ROK IV STYCZEŃ — LUTY 1949 R. NR 1/2

BIURO WYDAWNICTW POLSKIEGO RADIA

cena 100 zł

TREŚĆ NUMERU:

R A D I O

Miesięcznik dla techników i amatorów

Rok IV **Styczeń — Luty 1949** **Nr 1/2**

<u>**Z kraju i zagranicy**</u>

Radio-teleskop

Badania ciał niebieskich w astronomii nie ograniczają się obecnie do promieni świetlnych widzialnych okiem ludzkim. Od dość długiego czasu obserwatoria stosują, obok normalnych, także i zdjęcia na płytach fotograficznych uczulonych specjalnie bądź na promienie ultra-czerwone, bądź infra-fiołkowe. Z rys. 1-go widać, że widzialna część widma promieniowania elektromagnetycznego jest bardzo drobnym wycinkiem całości widma, które zresztą sięga o wiele dalej, w lewo i w prawo, niż to pokazano na rysunku. Badania na podczerwieni i na nadfiolecie rozszerzyły „okno" fal jakimi rozporządzamy, jakim wszechświat komunikuje nam o swej budowie i charakterze. Przy pomocy tych promieni obejmujących w sumie około dwie dekady wykryto wiele własności ciał niebieskich, sprawdzono ich temperaturę, skład chemiczny itd., jednym słowem uzupełniono i rozszerzono wiedzę astronomiczną.

Wszystkie te promienie są w większym lub mniejszym stopniu pochłaniane przez atmosferę ziemską, a zwłaszcza przez warstwy metanu, dwutlenku węgla i pary wodnej. Długie promienie podczerwone są prawie całkowicie absorbowane, tak, że od częstotliwości 10^{13} w dół jesteśmy odcięci od wszelkiego promieniowania z wszechświata. Nowe „okno" na wszechświat otwiera się dopiero po luce obejmującej około dwie i pół dekady, na najkrótszych falach radiowych, rzędu długości 1 cm, co odpowiada częstotliwości około 3.10^{10} c/s. Okno to rozciąga się w dół aż do częstotliwości, przy których Ziemia jest znowu odcięta od promieniowania przez swą własną jonosferę, i obejmuje częstotliwości w zakresie około dwóch i pół dekady.

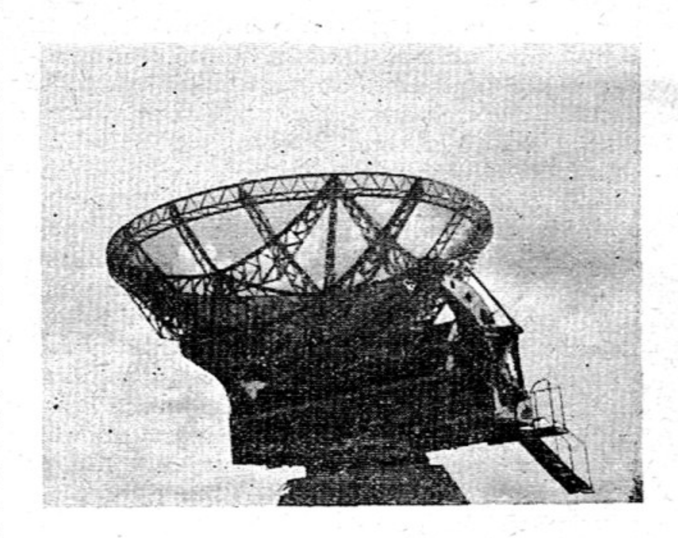
radio — pod. czerwone — widzialne — ponad fiołkowe

1m — 1cm — 1mm — 1μ — 1000Å

10^7 10^8 10^9 10^{10} 10^{11} 10^{12} 10^{13} 10^{14} 10^{15} 10^{16}

Rys. 1

Badanie fal radiowych nadchodzących z obszarów wszechświata nie jest czymś nowym. W roku 1932 K. Jansky zwrócił uwagę na szumy pochodzące wyraźnie



nie z kuli ziemskiej. Oprócz jednak sporadycznych wypadków, poważniej tym problemem zajęto się dopiero po II Wojnie Światowej, kiedy stały się dostępne urządzenia odbiorcze na falach decymetrowych i centymetrowych, a mianowicie odbiorniki i kierunkowe anteny odbiorcze.

Załączona fotografia przedstawia radio-teleskop wykonany w Cornell University. Składa się on ze zwierciadła parabolicznego, wykonanego z siatki metalowej, aparatury odbiorczej i samozapisującej oraz z mechanizmu właściwego teleskopom astronomicznym. Można go skierować na każdy obrany punkt nieba, odbiera on przy tym fale radiowe pod bardzo ostrym wycinkiem kątowym wynoszącym zaledwie kilka stopni, przy czym pewne subtelne metody pozwalają na wyznaczenie specjalnych źródeł o średnicy nie większej niż kilka minut łuku. W ten sposób można wyznaczyć radiowo poszczególne plamy na słońcu, wyskoki korony sło-

necznej (protuberancje) itd. Scałkowana wartość szumu słonecznego pozwala obliczyć np. temperaturę słońca, które wypada tu rzędu 1 miliona stopni. Stanowi to dowód, że fale radiowe pochodzą z korony słonecznej, o której temperaturze tego właśnie rzędu wielkości wiadomo już z innych pomiarów. Badania szumu słonecznego podczas całkowitego zaćmienia 20 maja 1947 przeprowadzone przez uczonych radzieckich *Haikina i Chikhaczewa we wschodniej Syberii* wykazały spadek do zaledwie 0,4 wartości niezaćmionej, potwierdzając w ten sposób powyższe rezultaty.

Badanie szumu słonecznego jest ważne ze względu na warunki rozchodzenia się fal na ziemi. Jest nadzieja, że będzie można poznać bliżej Słońce pod tym kątem widzenia i jego wpływ na jonosferę. Promieniowanie bowiem słońca dostarcza energii dla formowania jonosfery, która z kolei umożliwia dalekosiężną komunikację radiową na Ziemi. Od dawna bowiem wiadomo było, że istnieje ścisły związek między aktywnością Słońca a zmianami warunków rozchodzenia się fal. Plamy słoneczne, protuberancje, burze magnetyczne, zorze polarne, prądy ziemskie, i warunki rozchodzenia się fal — wszystko jest związane ze sobą.

Pomiary szumu słonecznego, obok badania samego Słońca dają możność obserwacji rozchodzenia się fal poprzez całą atmosferę ziemską, a tym samym nawskroś całej jonosfery. Dotychczas można było badać jonosferę tylko za pomocą echa impulsów nadawanych z ziemi. Dawało to obraz jonosfery tylko do pewnej głębokości jej uwarstwienia, już po jej uformowaniu. Badania emisji ze Słońca pozwolą na dotarcie do najwyższych warstw jonosfery, tam gdzie ona się tworzy.

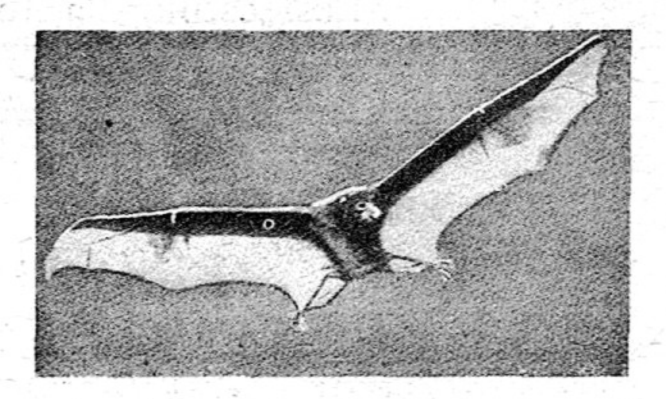
Radioastronomia nie ogranicza się do badania słońca, obejmuje ona całą naszą Galaktykę. Znaleziono już ściśle określone punkty silnego szumu, np. w konstelacjach Cygnus i Kassiopea i innych, choć badania teleskopowe nic nie wskazują szczególnego w tych miejscach i to zarówno w widmie widzialnym jak i podczerwonym. Żadna z wysuniętych hipotez nie umie wytłumaczyć tych zjawisk, które komplikuje fakt, że sygnały z Kasiopei są stałe w swej sile, a z Cygnusa okresowo zmienne.

Przed nową radio-astronomią stoją jak widzimy poważne zadania, niektóre z nich bardzo praktycznej natury. Jest ona jednak dopiero w początkowym stadium swego rozwoju.

Radar w przyrodzie

Nocny lot nietoperza od dawna budził zainteresowanie, nie było jednak właściwie żadnego wyjaśnienia co pozwala tym stworzeniom na unikanie przeszkód i zręczne wymijanie ich przy wielkiej szybkości. Przypisywano te niespotykane zdolności szczególnym własnościom ich wzroku.

Nowe badania wykazały, że nietoperz obdarzony jest przez naturę bardzo skutecznym systemem do ślepego lotu. System ten nazwalibyśmy obecnie sonarem (supersoniczny radar) ponieważ robi użytek z impulsów ponaddźwiękowych. Dotychczasowe badania zawodziły z powodu braku odpowiedniej aparatury pomiarowej, a także dlatego że nietoperze trzymane w niewoli często chorują i tracą swe cenne właściwości. W roku 1920 zdołano jednak przeprowadzić doświadczenie, które ponad wszelką wątpliwość udowodniło rolę słuchu w locie nietoperza. W pokoju rozciągnięto



szereg drutów równoległych, każdy z dzwoneczkiem. Nietoperz latał swobodnie wymijając przeszkody, zarówno przy świetle jak i przy zaciemnieniu. Gdy jednak nietoperzowi zalepiono uszy woskiem, uderzał on o druty, rozbijał się o ściany itd.

Obecnie stwierdzono już, że nietoperz wysyła cztery rodzaje dźwięków:

1) brzęczenie o częstotliwości 12—60 c/s,
2) impulsy trwające około jednej czwartej sekundy, tonu o wysokości około 7000 c/s. Są to zapewne sygnały wysyłane do innych nietoperzy,
3) ton ponaddźwiękowy o częstotliwości zwykle około 40—50 Kc/s, lecz czasem niższy np. 30 Kc/s lub wyższy 70 Kc/s. Ton ten jest nadawany krótkimi impulsami, trwającymi około 1/1000 sek. Impulsów tych jest przeważnie 20 do 30 na sekundę. W czasie spoczynku ilość impulsów spada do 5—10 na sek., lecz przy szybkim locie tuż przed przeszkodą liczba ich wzrasta do 60 na sek.,
4) klik, który jest prawdopodobnie pojedyńczym impulsem tonu ponaddźwiękowego.

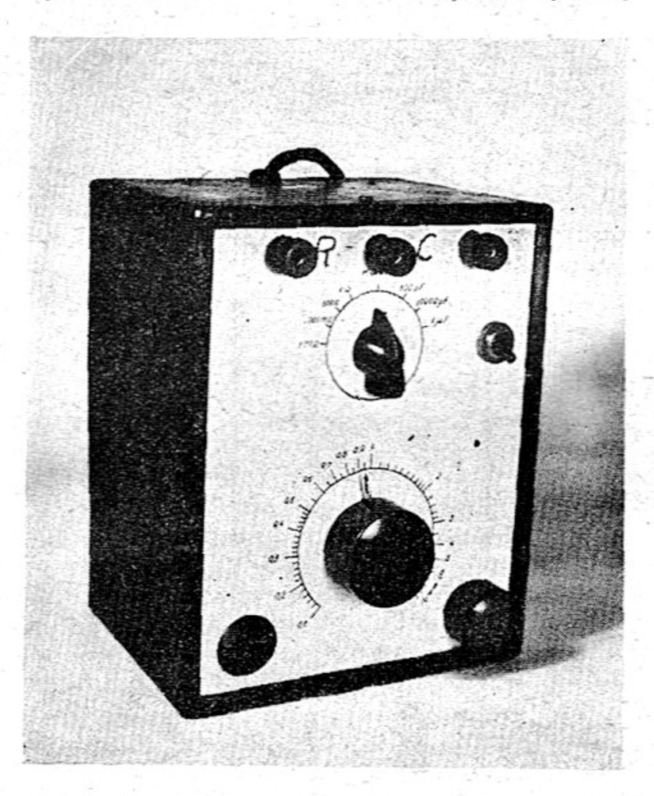
Mechanizm nadawania tych tonów nie jest wyjaśniony. W każdym razie tony są nadawane kierunkowo, z pyszczka lub nosa i odbierane również kierunkowo wielkimi uszami. Ponieważ siła głosu tonów rzędu 50 Kc/s szybko spada w powietrzu, więc nietoperz może zorientować się łatwo w odległości przeszkody. Liczba około 50 impulsów na sekundę przy szybkości lotu około 7.5 metra na sekundę przynosi sygnały ostrzegawcze co mniej więcej 15 cm. Zasięg działania systemu wynosi około 10 m., co pozwala przy olbrzymich stosunkowo skrzydłach na swobodne omijanie przeszkody lub zawracanie nawet przy pełnej szybkości.

System ślepego lotu nietoperzy jest więc zupełnie analogiczny do radaru lub sonaru. Jego spóźnione poznanie daje jednak sposobność do sprawdzenia, drogą porównania z tworem naturalnym, słuszności podstaw działania wynalazku człowieka.

Jan Myszkowski

Mostek do pomiarów oporności i pojemności

W praktyce warsztatowej bardzo często powstaje konieczność zmierzenia kondensatora lub oporu. Szczególnie pierwszy pomiar nastręcza dużo poważnych trudności. Ażeby stworzyć amatorom warunki do systematycznej



Fot. 1
Widok mostka od frontu w obudowie

pracy we własnych warsztatach i zapoznać ich z metodami prostych pomiarów, został opracowany w laboratorium miesięcznika „Radio", stosunkowo łatwy układ, który nie powinien sprawiać trudności w zrozumieniu jego pracy, a w związku z tym zbudowanie go powinno być równie łatwe. Układ ten jest wzorowany na opracowanym przez laboratoria Philipsa mostku pod nazwą „Philoscop".

Zasadniczymi elementami, składającymi się na konstrukcję są:

1) Rozszerzony mostek Wheatstone'a.
2) Wzmacniacz.
3) Wskaźnik równowagi (magiczne oko).
4) Zasilanie.

W tej samej kolejności zostaną omówione poszczególne człony w sposób jak najprostszy, aby umożliwić czytelnikom zrozumienie mechaniki przebiegów zachodzących w przyrządzie.

1. Mostek Wheatstone'a

Rys. 2 przedstawia podstawowy układ mostka. Przyjmując oznaczenia znajdujące się na rysunku przeprowadzimy krótką analizę.

Jeśli do zacisków a — b podłączymy pewne źródło prądu o SEM = E, to w obwodzie popłynie prąd całkowity I, który z kolei wywoła na oporach pewien spadek napięcia = U. Ponieważ opory $R_1 + R_2$ są równolegle podłączone do oporów $R_x + R_3$, więc w myśl prawa Kirchoff'a możemy napisać:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_x + R_3}{R_1 + R_2}$$

przy czym $I_1 + I_2 = I$.

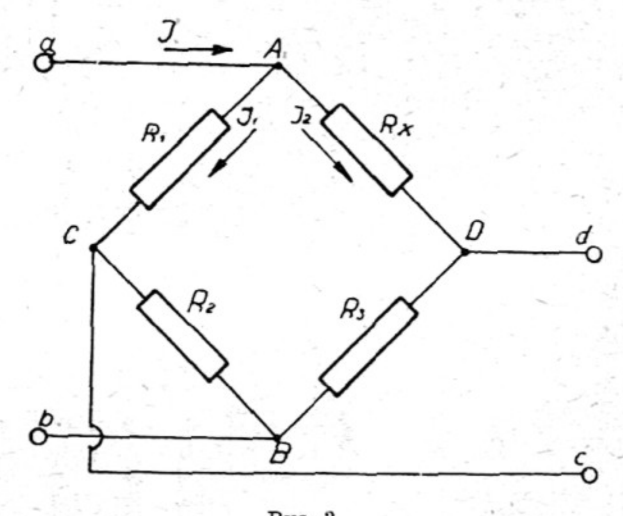
Proporcję tę przekształcimy tak, by uzyskać bardziej przejrzyście warunek równowagi mostka.

$$I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot R_2 = I_2 \cdot R_x + I_2 \cdot R_3$$

Oznaczamy
$$I_1 \cdot R_1 = U_1$$
$$I_1 \cdot R_2 = U_2$$
$$I_2 \cdot R_x = U_3$$
$$I_2 \cdot R_3 = U_4$$

Ponieważ dla stanu równowagi na zaciskach c — d różnica potencjałów powinna równać się zero, to uzyskamy

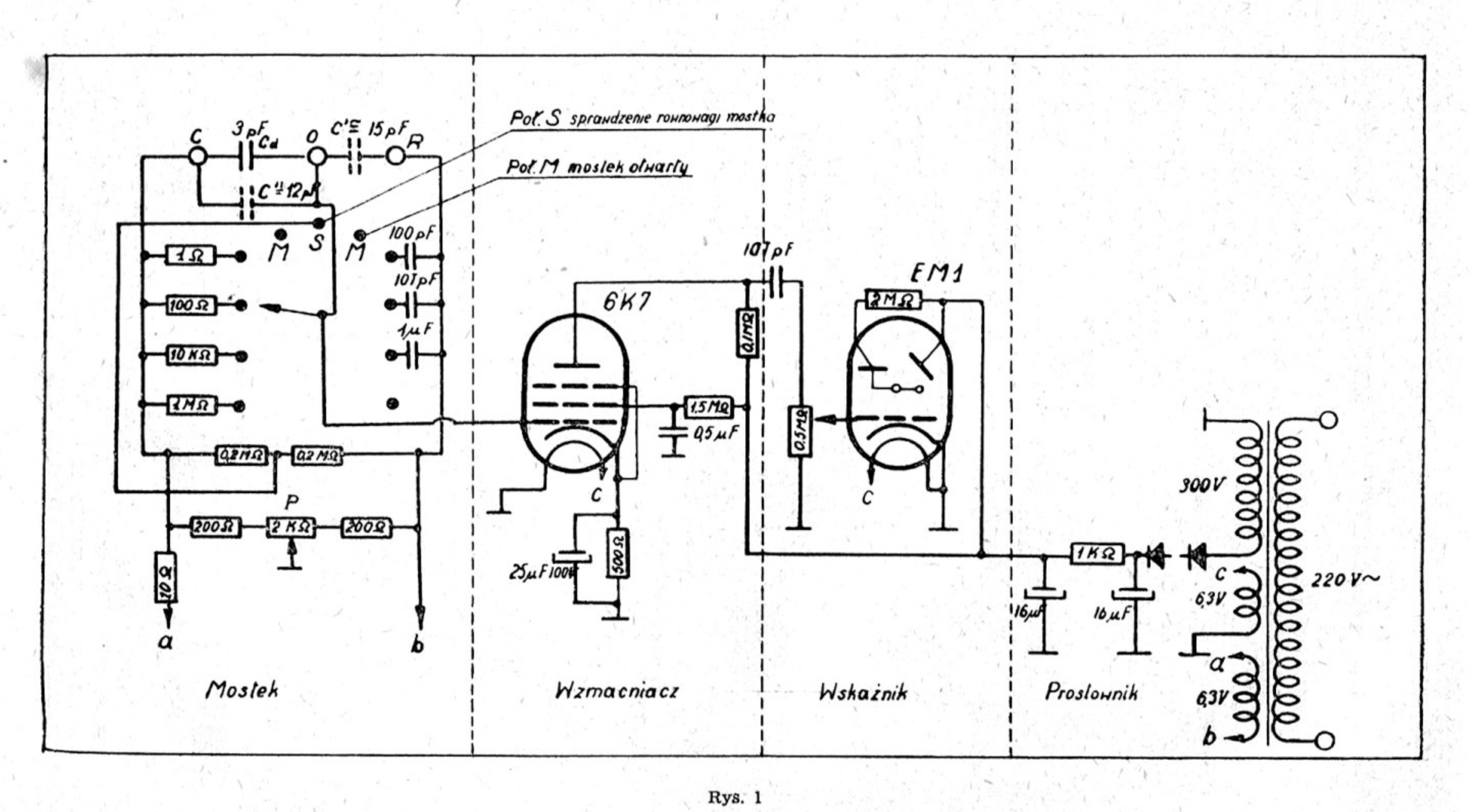
$$U_1 - U_3 = U_2 - U_4 = 0$$



Rys. 2
Mostek Wheatstone'a

Z warunku tego wynika jasno proporcja:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_3}$$

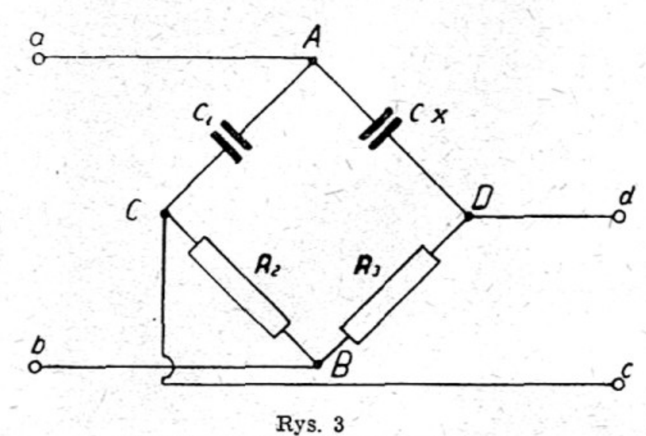


Rys. 1

Mostek do pomiarów R.C

Jeżeli przyjmiemy, że opór R_1 jest pewnym oporem wzorcowym, to przy pomocy tejże proporcji jesteśmy w stanie zawsze znaleźć R_x wg. równania:

$$R_x = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2} \quad (1)$$



Rys. 3
Mostek do pomiarów pojemności

2. Pomiar pojemności

Rozważania powyższe możemy rozszerzyć również na oporności nie posiadające charakteru czystej oporności omowej, np.: oporności pojemnościowe X_c, o ile jako źródła prądu użyjemy generatora prądu zmiennego. Wzór (1) przybierze wtedy postać

$$X_{Cx} = \frac{X_{C1} \cdot R_3}{R_2}$$

Ponieważ wiemy, że $X_C = \frac{1}{\omega C}$, więc:

$$C_x = \frac{C_1 \cdot R_2}{R_3} \quad (2)$$

Rozważania podane wyżej są prawdziwe, jeśli założymy idealne pojemności, bez żadnej straty mocy. Wiemy jednak, że każdy kondensator posiada pewną upływność poprzez opór izolacji oraz straty w dielektryku.

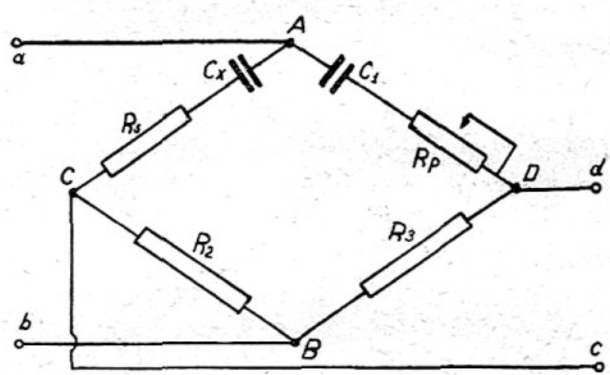
Mostek z rys. 3 nie da się prawie nigdy (z wyjątkiem kondensatorów powietrznych) zrównoważyć do zera. Ponieważ oporność strat oraz upływność można przedstawić jako zastępczy opór szeregowy, więc mostek zrównoważymy dokładnie tylko, jeśli w symetrycznej gałęzi, kondensator wzorcowy C_1 (Rys. 4) zaopatrzymy w nastawialny opór R_p. Brak tego oporu spowoduje nieostry obraz przy minimum.

Nie należy jednak przypuszczać, że odczyt będzie niemożliwy. Może on być bardzo trudny przy pojemnościach o dużych upływnościach, ale wtedy należy przypuszczać, że kondensator taki nie spełni również zadania w układzie.

Bezwzględnie byłoby korzystne zastosowanie wyrównywania fazowego przy każdym pomiarze C. Wykonanie jednak takiego urządzenia komplikowałoby układ i obsługę.

Tym amatorom, których by zagadnienie to interesowało, podamy w skrócie wytyczne.

Kondensator wzorcowy musi być możliwie jak najmniej stratny. Najlepiej do tego celu nadaje się dobrze wykonany kondensator mikowy. Tak jak na rysunku podłączymy szeregowo do niego wyskalowany opór Rp. Następnie do punktów C — A podłączamy badany kondensator. Operując pokrętłem P (rys. 1) potencjometru mostka, dobieramy sobie takie jego położenie, aby uzyskać najwęższe listki świecące w magicznym oku. Potem pokrętłem oporu Rp obracamy tak, aby minimum wypadło jak najostrzej. Odczytujemy wartości wykazane przez oba opory. Znajdujemy następnie pojemność kondensatora mierzonego.



Rys. 4
Mostek do pomiarów pojemności z uwzględnieniem kompensacji strat

$C_x = C_1$ (odczyt na skali P)

Poza tym wyznaczmy opór strat:

$$R_s = \frac{\text{odczyt na skali } R_P \text{ w } \Omega}{\text{odczyt na skali P}}$$

Z tego obliczymy kąt stratności kondensatora

$$\operatorname{tg} \delta = R_s \, \omega \, C_1$$

3. Pomiar cewek

Indukcyjność L jest tylko wtedy stałą wartością, tzn. wielkością niezależną od natężenia prądu i częstotliwości, gdy w jej bezpośredniej bliskości nie znajdują się materiały magnetyczne. Poza tym cewka taka nie powinna po-

siadać pojemności własnej. Tego rodzaju warunki w praktyce nie zostają nigdy spełnione. Dokładność pomiaru cewek jest zależna również od własności użytego wzorca. Ze względu na bardzo duże odchylenia w zależnościach między samoindukcją, opornością rzeczywistą i pojemnością własną cewek nie ma sensu wstawiać do obudowy jeszcze jednego wzorca w postaci indukcyjności. Praktycznych pomiarów L będziemy dokonywali tylko porównawczo między na zewnątrz podłączonym wzorcem, a cewką badaną. Wzór na zawadę zwojnicy wyraża się zależnością

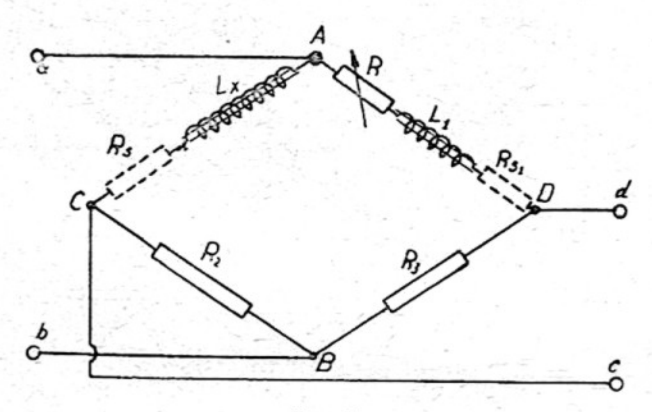
$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

Pojemność własna zostaje w tym wypadku pominięta, ze względu na niską częstotliwość, której używamy i na trudność uchwycenia jej. Aby dokonać porównania dwu zawad posługujemy się rys. 5. Samego pomiaru dokonujemy w podobny sposób jak przy pojemności. Posługując się dalej poniższymi wzorami znajdujemy interesujące nas wartości.

$$L_x = L_1 \text{ (odczyt na skali P)}$$

$$R_s = (R_{s1} + R) \text{ (dczyt na skali P)}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{R}{\omega . L}$$



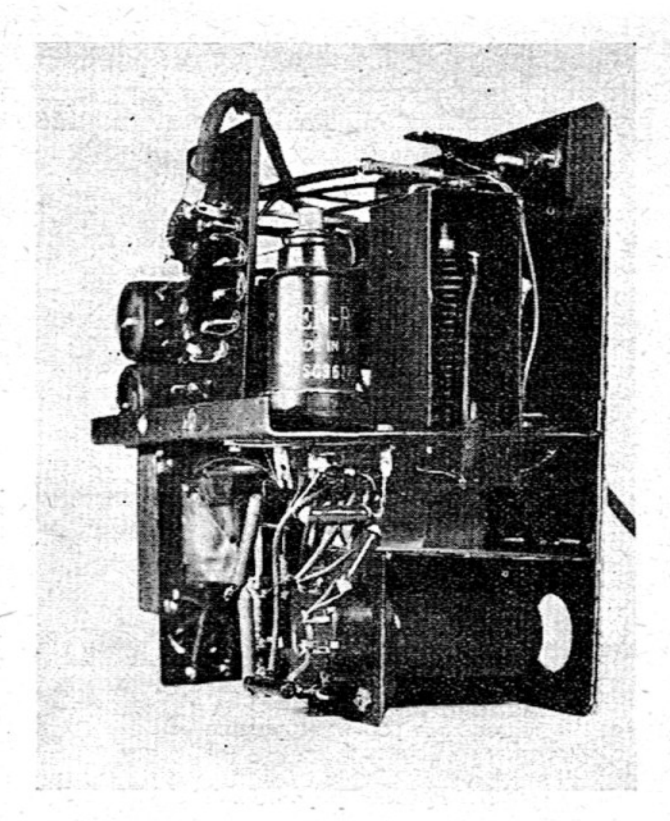
Rys. 5
Mostek do pomiarów indukcyjności z uwzględnieniem kompensacji strat

Ze względu na niską częstotliwość użytą do zasilania mostka, może on być wykorzystany tylko do pomiarów dławików i ewentualnie uzwojeń transformatorów niskiej częstotliwości.

4. Wzmacniacz

Lampa typu 6K7 stanowi układ wzmacniacza. Pracuje ona w klasie „A", ponieważ chodzi o to, aby lampa nie wprowadziła żadnych zniekształceń.

Przy montażu poza tym trzeba zwrócić uwagę na dokładne wyfiltrowanie składowej zmiennej napięcia anodowego i ekranowanie przewodów siatkowych i anodowych. Ma to zabezpieczyć nasz układ przed przenikaniem obcych, nie pochodzących z punktów AB mostka napięć zmiennych, mogących utrudnić zaobserwowanie minimum, względnie uniemożliwić nawet jego odczytanie.



Fot. 2
Przyrząd po zdjęciu kapy
(Lampa 6K7, prostownik kuprytowy, „magiczne oczko")

Typ lampy użytej we wzmacniaczu nie odgrywa zasadniczej roli. Najlepiej oczywiście będą nadawały się lampy o dużym wzmocnieniu napięciowym, a więc przede wszystkim pentody. Z powodzeniem można użyć np. lampy europejskiej typu EF12.

5. Optyczny wskaźnik elektronowy

Wskaźnikiem równowagi mostka jest „oko magiczne". Jest ono dogodniejsze i czulsze od mikroamperomierza wzgl. słuchawek.

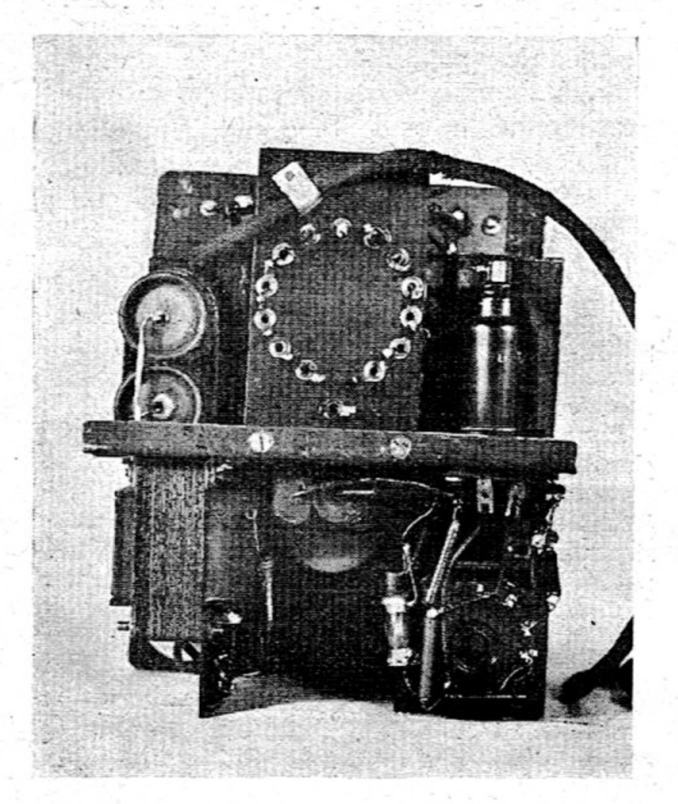
6. Skalowanie mostka

Zamiszczone fotografie przedstawiają czytelnikom wzajemne rozmieszczenie poszczególnych elementów w dostatecznie przejrzysty sposób. Ograniczę się tylko do uwag dotyczących skalowania przyrządu. Dokładność skalowania jest zależna w pierwszym rzędzie od dokładności wzorców, którymi dysponujemy, i od dokładności potencjometru P. Powinien on posiadać charakter liniowy i nie zmieniać swych wartości w każdym położeniu. Najlepiej

nadają się do tego potencjometry drutowe o ścisłym i dokładnym nawinięciu.

Opory wzorcowe, których użyliśmy, mają wartości:

1 Ω	zakres I.	0,1 — 10 Ω
100 Ω	„ II.	10 — 1000 Ω
10000 Ω	„ III.	1000 — 0,1 M Ω
1 M Ω	„ IV.	0,1 — 10 M Ω
kondensatory		
100 pF	zakres I.	10 pF — 1000 pF
10000 pF	„ II.	1000 pF — 0,1 μF
1 μF	„ III.	0,1μ — 10 μF



Fot. 3
Widok od strony zasilania

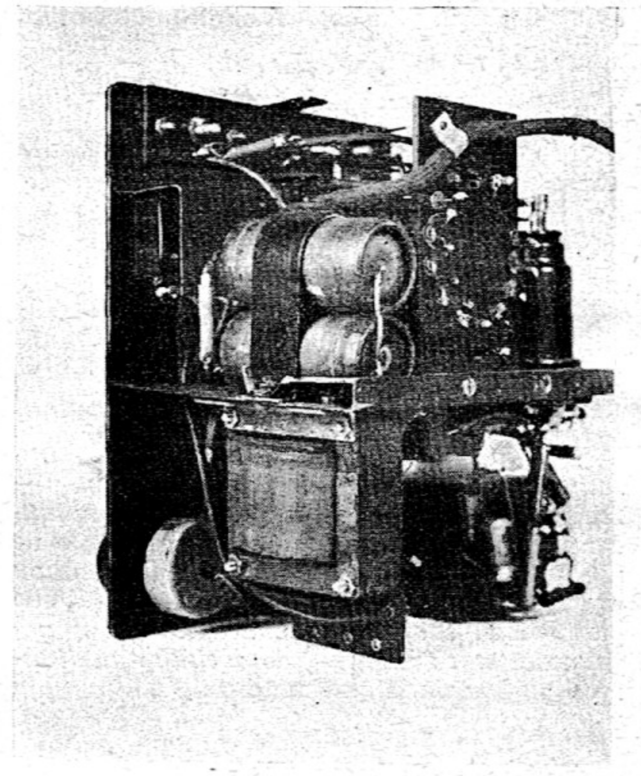
Widzimy, że poszczególne wzorce mają się do siebie jak 1 : 100. Pokrycie zakresu uwarunkowane jest stosunkiem ramion tworzonych przez potencjometr z oporem R_d R''_d. Na rys. 6 widzimy, że przy przekręcaniu potencjometru do położenia początkowego punktu R pozostaje jeszcze opór R'_d; drugie ramię tego mostka jest reprezentowane przez całą oporność potencjometru + R''_d. Na podstawie wzoru (1) podstawiając poszczególne wartości i wartość wzorca „1" otrzymujemy

$$R_{min} = \frac{200 \times 1}{2200} = \frac{1}{11}$$

W położeniu końcowym (punkt K) stosunek ten wyniesie:

$$R_{max} = \frac{2200 \times 1}{200} = 11$$

Widzimy zatem, że w obu kierunkach od położenia środkowego możemy pokryć 11 razy mniejsze lub 11 razy większe wartości. A więc pokrycie zakresu zależne jest wyłącznie od stosunku potencjometru + opór R'_d do oporu R''_d, raz w położeniu początkowym potencjometru i raz w położeniu końcowym. Środek potencjometru wyznacza nam równość oporu badanego ze wzorcem. Widać z tego, że naj-

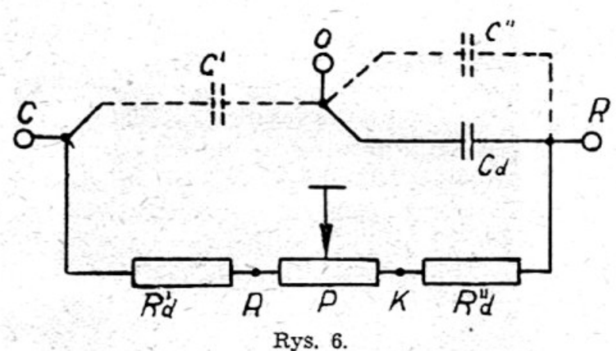


Fot. 4
Widok od tyłu

trudniejszą sprawą będzie wyznaczenie jednego zakresu. Z chwilą kiedy to robimy, dalsze zakresy możemy wyznaczać sobie przy pomocy pierwszego wzorca (pamiętając, że zakresy zachodzą na siebie). Jednakże dokładność wskazań przy każdym dalszym zakresie będzie obarczona coraz to większym błędem na skutek nieuniknionych drobnych niedokładności odczytu. Wniosek z tego jasny, że najlepiej posługiwać się większą ilością wzorców, aby zachować równomierną dokładność na każdej skali.

Sprawa skalowania pojemności wymaga dodatkowego omówienia na skutek pewnych trudności. Wiemy z doświadczenia, że każdy układ reprezentuje poza danymi wymaganymi, także pewne pojemności niepożądane, a powstające na skutek wzajemnego oddziaływania

na siebie poszczególnych elementów i przewodów; tworzy się w tym wypadku tak skomplikowane rozłożenie tych pojemności, że trudno je w ogóle uchwycić. Jednakże wytworzą one zawsze pewną pojemność wypadkową dwóch punktów badanych w stosunku do siebie. Tymi dwoma punktami nas interesującymi są zaciski wyprowadzane na płycie frontowej. W pierwszym rzędzie stwierdzimy więc, czy pojemności jak gdyby skupione na zaciskach C — O są równe pojemnościom na zaciskach R — O. W tym celu przełączamy mostek w położenie „otwarty mostek". Następnie zaciski ekranujemy dokładnie, z tym, aby blacha ekranująca była możliwie daleko odsunięta od samych



Rys. 6.
Fragment mostka z uwzględnieniem pojemności **szkodliwych na zaciskach**

zacisków (ze względu na pojemność ekran — zaciski) i pokręcając potencjometrem P sprawdzamy, czy minimum otrzymamy na „1"; o ile nie, to pojemność R — O i C — O musimy wyrównać, czy to przez odpowiednie ułożenie przewodów, czy też przez dodanie małej pojemności wyrównawczej do zacisków, na których pojemność ta jest mniejsza.

Pojemność tę $= C_d$ dobieramy tak długo, aż wskazówka gałki P w położeniu „1" da **minimalne wycinki świetlne** na ekranie „magicznego oka". Gdy to już uzyskamy powinniśmy pomierzyć tę pojemność $= C'$, bo w innym wypadku będziemy zawsze mieli odchylenia od wartości właściwych o wielkość pojemności C' (która będzie odgrywała bardzo dużą rolę przy pomiarze małych kondensatorków). Następnie będziemy musieli jej wartość odjąć zawsze od wyniku.

W celu znalezienia pojemności C' musimy znaleźć kondensatorek rzędu 10 — 20 pF o tolerancji $1\% = C_w$. Podłączając go na zaciski C odczytujemy na skali wskazaną wartość, i znajdujemy pojemność C'.

$$C' = \frac{(C_w + C')}{\text{wskazanie na skali}}$$

Po przekształceniu

$$C' = \frac{C_w}{\text{wskazanie na skali} - 1}$$

Z chwilą znalezienia pojemności C' przystąpimy do skalowania w sposób podany wyżej, pamiętając jednak o tym, by od wyniku odjąć zawsze pojemność C'.

Przy montażu należy dążyć do tego, by pojemność C' uczynić jak najmniejszą dlatego, że wyznacza ona nam dolną granicę odczytu pojemności. W układzie opracowanym dla miesięcznika „Radio" pojemność C' wynosiła 15 pF, natomiast we wzmiankowanym już układzie „Philoscopu" 10 pF.

Model układu mostka można obejrzeć w lokalu Administracji miesięcznika „Radio", Warszawa, ul. Noakowskiego 20 w godz. od 9 — 14,30.

Inż. W. Kowalski

Głośnik dynamiczny

(Ciąg dalszy).

V. Sprzężność elektrodynamiczna

Na jakość odbioru, jak widać, wpływa konstrukcja mechanizmu drgającego i jego obudowa; nie mniejszy wpływ na jakość odbioru posiada sposób zasilania głośnika mocą prądu elektrycznego. Aby dobrać właściwe warunki zasilania głośnika należy poznać bliżej związek, istniejący między obwodem elektrycznym ruchomej cewki, a drgającym układem mechanicznym. Wielkość siły, wywieranej na membranę przez płynący w przewodniku cewki prąd podaje wzór (1); wyraża on, że obwód elektryczny oddziaływa na układ mechaniczny. Z drugiej strony jednak ruch membrany wywiera wpływ na obwód elektryczny cewki, a to w ten sposób, że w przewodniku cewki indukuje się SEM-na. Wielkość indukowanej SEM-nej $\mathbf{E_1}$ zależy do szybkości ruchu cewki V, oraz od indukcji magnetycznej **B** w szczelinie i wyraża się wzorem

$$E_1 = -BlV \cdot 10^{-8} \qquad (9)$$

We wzorze (9) symbole **B** i **l** mają to same znaczenie co i we wzorze (1), wielkość indukcji i długości przewodu wyrażone być muszą w tych samych jednostkach. Szybkość **V** określa się w cm/sek. Wielkość SEM-nej oblicza się w woltach. Jeżeli **V** oznacza skuteczną

wartość szybkości to E_1 będzie skuteczną wartością SEM-nej. Przypuśćmy, że do zacisków cewki drgającej dołączone zostało źródło zmiennej SEM-nej **E** o oporze wewnętrznym ρ. Wypadkowa SEM-na, czynna w obwodzie elektrycznym, jest sumą SEM-nej źródła **E**, oraz SEM-nej E_1 indukowanej przez ruch cewki w polu magnetycznym. Natężenie prądu w obwodzie elektrycznym obliczać więc należy ze wzoru:

$$I = \frac{E + E_1}{\rho + Z_c} \tag{10}$$

gdzie Z_c jest oporem cewki.

Oznaczamy całkowity opór mechaniczny układu drgającego ze schematu na rys. 6 przez Z_m. Wtedy szybkość drgań wyrazić można wzorem

$$V = \frac{F}{Z_m} \tag{11}$$

Podstawiając do (11) wielkość siły **F** ze wzoru (1) otrzymujemy:

$$V = \frac{0{,}1\ B I l}{Z_m} \tag{12}$$

Obliczoną ze wzoru (12) wielkość — szybkość wnosimy do wzoru (9) wtedy

$$E_1 = -\frac{B^2 l^2 I \cdot 10^{-9}}{Z_m} \tag{13}$$

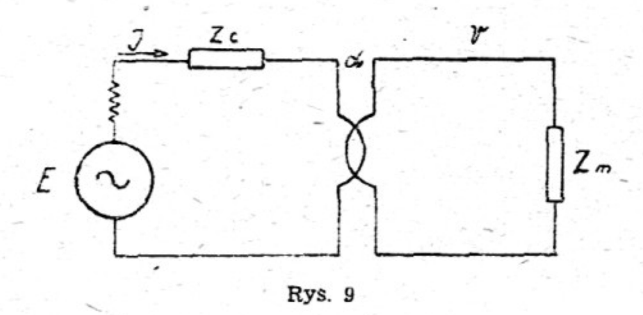
Jeżeli teraz wielkość E_1 według wzoru (13) uwzględnimy w równaniu (10) to otrzymamy:

$$I = \frac{E - \dfrac{B^2 l^2 10^{-9}}{Z_m}}{\rho + Z_c} \tag{14}$$

Ostatnie wyrażenie można uważać za równanie z jedną niewiadomą **I**, którą określamy:

$$I = \frac{E}{\rho + Z_c + \dfrac{B^2 l^2 10^{-9}}{Z_m}} \tag{15}$$

Gdyby zahamować membranę głośnika, to płynący w obwodzie cewki ruchomej prąd zmienny równałby się iloczynowi z podzielenia SEM-nej **E** przez opór elektryczny obwodu, składający się z oporu źródła i oporu cewki. W czasie ruchu membrany w cewce powstaje indukowana SEM-na, zależna od indukcji magnetycznej, długości drutu cewki i szybkości drgania, przeciwdziałająca przepływowi prądu w obwodzie cewki. Wynik jest taki, jakby wzrósł opór elektryczny obwodu o wielkość $\frac{B^2 l^2 10^{-9}}{Z_m}$ co widać wyraźnie ze wzoru (15). Prąd płynący przez cewkę, wywołuje jej ruch, zaś ruch cewki wytwarza SEM-ną, czyli istnieje wzajemny wpływ na siebie dwóch układów: elektrycznego i mechanizmu drgającego; podobnie dzieje się w dwóch sprzężonych ze sobą obwodach elektrycznych, wpływających wzajemnie na siebie. Dlatego mówimy o sprzężności elektrodynamicznej obwodu elektrycznego z mechanizmem drgającym i przedstawiamy tę sprzężność w postaci obwodów sprzężonych, jak to pokazuje rys. 9.



Rys. 9

Dla uproszczenia wzorów oznaczamy:

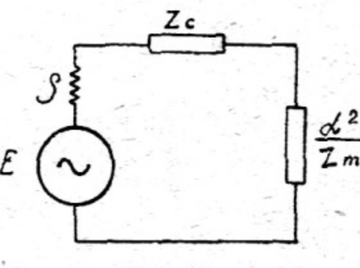
$$B^2 \cdot l^2 \cdot 10^{-9} = \alpha^2 \tag{16}$$

Wielkość α, mówiąca o wpływie wzajemnym na siebie obu układów nazwijmy współczynnikiem sprzężności elektrodynamicznej. Wzór (15) można po wprowadzeniu oznaczenia (16) przedstawić w postaci prostszej:

$$I = \frac{E}{\rho + Z_c + \dfrac{\alpha^2}{Z_m}} \tag{17}$$

VI. Przekształcenie układu o sprzężności elektrodynamicznej

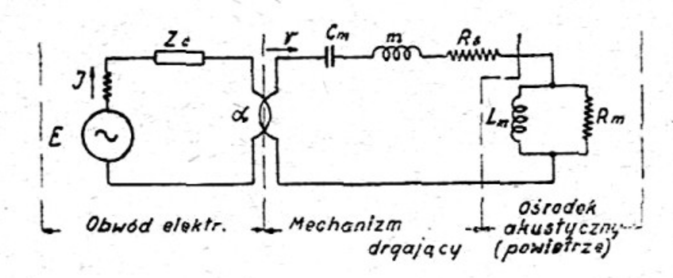
Na podstawie ostatniego wzoru (17) możemy wyobrazić sobie obwód elektryczny o trzech oporach, połączonych szeregowo ρ, Z_c oraz $\frac{\alpha^2}{Z_m}$.



Rys. 10

Prąd płynący w tym umyślonym obwodzie (patrz rys. 10) jest taki sam, jak w obwodzie rzeczywistym, sprzężonym z układem mechanicznym. Moc wydzielona w umyślonym oporze Z_m będzie równa mocy pobieranej przez

opór drgań układu mechanicznego. Przeprowadzając taką redukcję układów o sprzężności elektrodynamicznej, do jednego obwodu elektrycznego, upraszczamy rozważania zjawisk zachodzących w głośniku.



Rys. 11

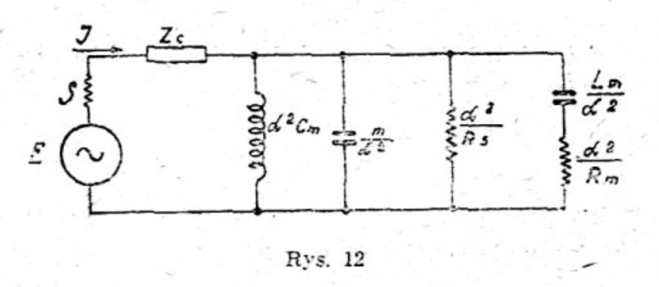
Aby dokładnie zdać sobie sprawę z rodzaju i wielkości oporu, wnoszonego do obwodu elektrycznego przez układ mechaniczny, rozpatrzmy kilka szczególnych wypadków.

1. $\mathbf{Z_m} = \mathbf{R_m}$, opór w układzie mechanicznym jest „omowy". Wtedy opór, zredukowany do obwodu elektrycznego wyniesie $\frac{\alpha^2}{R_m}$ będzie to opór elektryczny omowy, którego wielkość będzie odwrotnie proporcjonalna do oporu mechanicznego. *Jeżeli opór mechaniczny* staje się bardzo wielki, to układ zostaje zahamowany i natężenie prądu w obwodzie elektrycznym zależy tylko od oporu tego obwodu; opór zredukowany zdąża do zera. W wypadku, kiedy opór mechaniczny maleje, szybkość, osiągana przez układ mechaniczny w czasie drgań staje się bardzo wielka; wtedy SEM-na *indukcji rośnie i ogranicza coraz* bardziej przepływ prądu; opór zredukowany wzrasta.

2. $Z_m = \omega L_m$, opór mechaniczny jest „indukcyjny". W tym wypadku $\frac{\alpha^2}{Z_m} = \frac{\alpha^2}{L\omega_m}$ opór zredukowany jest odwrotnie proporcjonalny do częstotliwości drgań podobnie jak urojony opór kondensatora. W układzie mechanicznym szybkość drgań masy **m** w przebiegu swoim opóźnia się w fazie o kąt prosty względem siły; tym samym szybkość drgania będzie opóźniać się względem przebiegu prądu w cewce. Indukowana przez ruch cewki SEM-na **E**, na podstawie prawa przekory Lenza musi wyprzedzać przebieg prądu. Ponieważ spadek napięcia na oporze zredukowanym jest znaku przeciwnego do znaku indukowanej SEM-nej, więc wynika z tego, że w oporze zredukowanym natężenie prądu wyprzedza spadek napięcia na tym oporze o kąt prosty. Zredukowany *opór* zachowuje się całkowicie tak jak kondensator o pojemności $\mathbf{C} = \frac{m}{\alpha^2}$

3. $\mathbf{Z_m} = \frac{1}{\omega C_m}$ opór mechaniczny jest „pojemnościowy" $\frac{\alpha^2}{Z_m} = \alpha^2 . \omega C_m$. Rozumując podobnie jak w przypadku (2) dojdziemy do wniosku, że pojemnościowy opór mechaniczny wprowadza do obwodu elektrycznego opór indukcyjny; urojona indukcyjność $\mathbf{L} = \alpha^2 . \mathbf{C}_m$

Na podstawie rozważań dotychczasowych *możemy teraz narysować* ogólny schemat głośnika i zredukować go do jednego obwodu elektrycznego. Na rys. 11 pokazany jest głośnik w postaci sprzężonych ze sobą dwóch układów: elektrycznego i mechanicznego ze sprzężnością elektrodynamiczną. Oznaczenia na rysunku odpowiadają oznaczeniom, używanym w tekście. Na podstawie reguł wyjaśnionych w przykładach od 1 do 5 otrzymujemy po redukcji obwód elektryczny jak na rys. 12.



Rys. 12

Moc akustyczna, promieniowana przez głośnik według rys. 12 wyraża się przez moc elektryczną, wydzieloną w oporze $\frac{\alpha^2}{R_m}$. Warunkiem dużej sprawności głośnika, szczególnie przy tonach najniższych, jest, aby opór ten był możliwie duży wobec oporu $\frac{L_m}{\alpha^2}$ co sprowadza się do nadania oporowi $\mathbf{R_m}$ wielkości małej w porównaniu z wielkością $\mathbf{L_m}$ zgodnie z poprzednimi rozważaniami. Pozostałe opory mechaniczne redukuje się do równoległych oporów, bocznikujących zredukowany opór ośrodka.

VII. Warunki pracy źródła prądu elektrycznego

Przypuśćmy, że opór wewnętrzny źródła SEM-nej jest tak mały, że można go zupełnie pominąć. Tak *samo załóżmy*, że cewka ruchoma posiada opór znikomo mały. Jeżeli SEM-na **E** posiada amplitudę stałą niezależnie od częstotliwści drgań, to napięcie na zaciskach umyślnego oporu, odpowiadającego oporowi powietrza również co do wielkości nie będzie zależało od częstotliwości drgań i charakterystyka częstotliwościowa głośnika będzie *linią prostą, jeżeli membrana ma dostatecznie* dużą średnicę. Ponieważ opory bocznikujące są urojone, więc źródło SEM-nej pracuje na

ogół przy przesunięciu fazy między napięciem i prądem. Tylko przy rezonansie mechanicznym głośnika opór obciążenia jest największy i omowy.

Aby źródło dostarczało energię przy możliwie małym natężeniu prądu, należy tak budować głośnik aby wartości $\frac{L_m}{\alpha^2}$, $\alpha^2 C_m$ oraz $\frac{\alpha^2}{R_m}$ były jak największe; to znaczy trzeba zdążać do tego, aby masa drgająca była jak najmniejsza, elastyczność zamocowania jak największa a opór strat mechanicznych jak najmniejszy, zgodnie z poprzednimi rozważaniami. Dla ustalenia warunków doboru źródła mocy, zasilającej głośnik, załóżmy, że opór wewnętrzny źródła ρ jest kilkakrotnie większy od oporu obciążenia przy wszystkich częstotliwościach przekazywanego zakresu; natężenie prądu dostarczonego przez źródło, praktycznie nie zależy w tym wypadku od oporu obciążenia. Wtedy jednak napięcie na zaciskach oporu obciążenia zależy w dużym stopniu od oporu obciążenia, a więc i od częstotliwości. Najlepiej wyjaśniają to wzory. Oznaczając opór obciążenia przez Z_{obc} obliczamy natężenie prądu

$$I = \frac{E}{\rho + Z_{obc}} \qquad (18)$$

spadek napięcia na oporze obciążenia wynosi

$$V_{obc} = I \, . \, Z_{obc} = \frac{E}{1 + \frac{\rho}{Z_{obc}}} \qquad (19)$$

$$Z_{obc} \ll \rho \qquad (20)$$

to wielkość V_{obc} waha się w dużych granicach wraz ze zmianami oporu obciążenia i jednocześnie zmienia się moc promieniowania i występują skażenia liniowe (zniekształcenia charakterystyki częstotliwości), gdyż opór obciążenia zależy właśnie od częstotliwości drgań. Szczególnie wyraźnie występuje w tych warunkach rezonans mechaniczny.

Jak widać, dla uzyskania możliwie małych skażeń liniowych pożądane jest, aby źródło SEM-nej posiadało jak najmniejszy opór wewnętrzny. Taki sam wpływ, jak opór źródła, posiada opór cewki **Zc,** posiadający oprócz składowej rzeczywistej rzędu 1,5 ohm jeszcze indukcyjność rzędu 1 mH. Opór cewki wydaje się z natury rzeczy bardzo niewielki; jednak w porównaniu z wprowadzonym do obwodu oporem, zależnym od układu drgającego, jest on stosunkowo duży, niekiedy kilkanaście razy większy.

Źródłem SEM-nej i mocy zwykle jest lampa elektronowa; wykorzystanie jej należyte wymaga stosowania transformatora, dopasowującego odpowiednio opór głośnika do oporu wewnętrznego lampy. Przy zastosowaniu pentody, jako lampy zasilającej głośnik, źródło mocy pracować powinno na opór mniejszy kilkakrotnie od wewnętrznego oporu źródła, co sprzyja spotęgowaniu skażeń liniowych. Trioda użyta jako lampa głośnikowa, wymaga wprawdzie większego napięcia sterującego siatką, ale też dopasowania oporu obciążenia tak, żeby był on kilkakrotnie większy od jej oporu wewnętrznego w całym zakresie przekazywanych częstotliwości; jakość odtwarzania audycji przez głośnik jest jednak bez porównania lepsza przy zasileniu głośnika triodą. Tym się tłumaczy, dlaczego wzmacniacze dużej mocy, których przeznaczeniem ma być odtwarzanie o bardzo dobrej jakości, zwykle jako lampy wyjściowe posiadają triody w układzie przeciwsobnym.

Dużą uwagę poświęcić należy wyborowi odpowiedniego transformatora wyjściowego. Aby uniknąć zwierającego działania transformatora trzeba stosować dużą indukcyjność uzwojenia pierwotnego; natomiast opory omowe obu uzwojeń powinny być możliwie małe, gdyż dodają się one szeregowo do oporu wewnętrznego lampy i powiększają jego wpływ na skażenia liniowe. Bliższe dane o wyborze transformatora nie mieszczą się w ramach niniejszego artykułu.

Rozpatrzone zjawiska nie wyczerpują zagadnienia konstrukcji i zasilania głośnika dynamicznego; wybrane zostały one do rozważań dlatego, że mają największy wpływ na wydajność akustyczną i charakterystykę częstotliwości głośnika. Można więc wyprowadzić następujące ogólne wytyczne dla wyboru głośnika i warunków jego pracy.

1. Średnica membrany powinna być dostatecznie duża, gdyż od jej wymiaru zależy akustyczna wydajność głośnika.

2. Umocowanie, czyli jak się niekiedy mówi „zawieszenie" membrany, powinno być możliwie „miękkie" jak najbardziej elastyczne, dla właściwego odtwarzania tonów niskich.

3. Masa drgająca powinna być jak najmniejsza: jest to warunek trudny do spełnienia, jeżeli średnica membrany ma być duża. Duży ciężar membrany uniemożliwia przekazywanie tonów najwyższych.

4. W wypadku, kiedy zachodzi konieczność odtwarzania dokładnego tonów bardzo wysokich, należy stosować dodatkowy głośnik o bardzo lekkiej konstrukcji mechanizmu drgającego.

5. Indukcja w szczelinie magnesu stałego, lub elektromagnesu, powinna być duża; od wielkości indukcji zależy sprawność głośnika.

6. Aby w głośniku nie powstawały skażenia nieliniowe, cewka ruchoma nie może nawet częściowo wychodzić poza obszar jednostajnego pola magnetycznego; w związku z tym długość uzwojenia cewki winna być tak dobrana, aby w największej amplitudzie drgań skrajne zwoje nie mogły znaleźć się w pobliżu obrzeża rdzenia, gdzie maleje zagęszczenie linii sił magnetycznych.

7. Duży wpływ na pogorszenie jakości audycji wywierają fale odbite i ugięte; dla usunięcia tego wpływu dobrze jest stosować ekran oraz umieszczać za głośnikiem od strony magnesu materiały tłumiące silnie dźwięki.

8. Indukcyjność pierwotnego uzwojenia transformatora głośnikowego zwiera obwód elektryczny przy częstotliwościach małych; należy dążyć do tego by ta indukcyjność była odpowiednio duża.

9. Opory omowe uzwojeń transformatora są powodem strat mocy i wywierają wpływ na charakterystykę częstotliwości; pożądane jest stosowanie uzwojeń o małych oporach omowych w stosunku do oporu obciążenia lampy.

10. Jakość odtwarzania głośnika dynamicznego jest tym lepsza, im mniejszy opór wewnętrzny posiada źródło prądu; z tego względu dla uzyskania dobrej jakości należy jako lampy zasilające stosować triody, o możliwie małym oporze wewnętrznym. Korzystny wpływ ma tutaj również stosowanie ujemnego sprzężenia zwrotnego.

Reperacja kondensatorów elektrolitycznych

Kondensatory elektrolityczne są słabym punktem, piętą Achillesową odbiorników i wzmacniaczy. Posiadają one oczywiście wiele zalet, bez nich bowiem nie stosowano by ich. Podstawową ich zaletą jest wielka stosunkowo pojemność w małej objętości, dzięki czemu problem usunięcia szumu sieciowego z zasilaczy anodowych daje się łatwo rozwiązać. „Elektrolity", zwłaszcza mokre, posiadają poza tym cenną własność samo - regeneracji, t.z. że lokalne przebicia elektrolitu zasklepiają się same. Obok tych poważnych zalet, posiadają kondensatory elektrolityczne kilka, również poważnych, wad. Przede wszystkim ich granica napięcia pracy nie przekracza 400 wolt, przy napięciu próby 550 wolt. Napięcia te odpowiadają warunkom pracy odbiorników, gorzej jest ze wzmacniaczami nieco większej mocy. Trudno tu zresztą mówić o próbie elektrolitów, w takim sensie, jak je stosujemy do kondensatorów papierowych, gdzie napięcie próby wynosi 3—4 razy napięcia pracy.

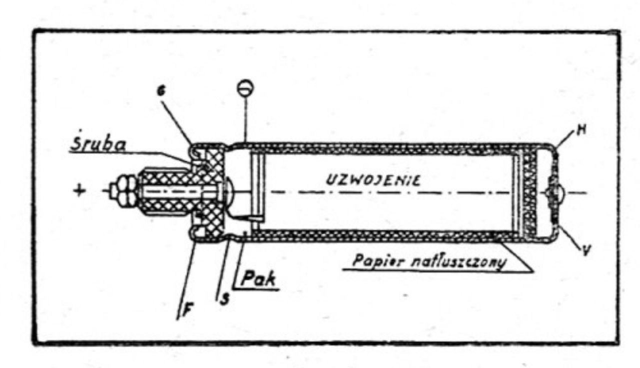
Okres „życia" elektrolitów jest stosunkowo krótki i wynosi przeciętnie 5 — 7 lat. Główną przyczyną ich zgonu jest korozja folii aluminiowej oraz wysychanie elektrolitu. W dużej liczbie wypadków można zaryzykować reperację uszkodzonego względnie pozornie wyczerpanego wyschniętego elektrolitu. Ryzyka właściwie nie ma tu żadnego ponieważ obiektem tej operacji jest rzecz przeznaczona do wyrzucenia. Można tylko mówić o ewentualnej stracie czasu, ponieważ włożony wysiłek może się nie powieść.

Zmniejszymy więc to ryzyko, jeśli pewne gatunki elektrolitów z góry wykluczymy. Nie będziemy więc zajmowali się elektrolitami w rurkach papierowych, jakie np. spotykamy w Volks i Klein - Empfängerach. Ich pojemność niknie na skutek wysychania elektrolitu i choć można by to naprawić przez ponowne nasycenie, jednak prawie zawsze napotykamy korozję dużych powierzchni.

Korozja folii aluminiowej ma tendencję do rozszerzania, trzeba więc takie miejsce wyciąć. Jeśli obejmuje ona większą powierzchnię — kondensatora nie da się zreperować i nadaje się on tylko do kosza.

Nie będziemy również próbowali naprawy elektrolitów mokrych, zawierają one bowiem rozmaite płyny o mało znanym składzie chemicznym i są poza tym trudno dostępne.

Najlepiej nadają się do reperacji duże, prostokątne typy w aluminiowych pudełkach, bez wentyla oraz nowoczesne, okrągłe kondensatory z wentylem.



Rys. 1

Przekrój normalnego kondensatora elektrolitycznego

Omówimy teraz zasady budowy elektrolitów, opierając się na rys. 1, na którym widzimy

typowy przykład takiego kondensatora z wentylem V. Przez ten wentyl elektrolit „oddycha", tzn. wydziela zbędny gaz, należy więc przy zapieczętowaniu uważać, aby nie zapchać lub nie zalepić wentyla.

Mimo że pudło kondensatora przeważnie jest jednocześnie ujemnym jego biegunem, w większości wykonań unika się tego aby folia aluminiowa dotykała całą powierzchnią wewnętrznej ścianki pudła. Owija się w tym celu całe uzwojenie izolacyjnym nasyconym papierem. Czasem widzi się w tym miejscu cienkie listewki z drzewa przesyconego parafiną.

Przy reperacji elektrolitu pierwszą i bardzo ważną czynnością jest wyjęcie całego uzwojenia z pudełka, przy zachowaniu całej ostrożności. W tym celu należy najpierw rozgiąć okucie **F.** Nadaje się do tego najlepiej trzymilimetrowej szerokości mocny śrubokręt. Odginać należy w ten sposób brzeg tylko na pół (rys. 2). Całkowitego wyprostowania obrzeża dokończyć należy za pomocą spiczastych cęgów.

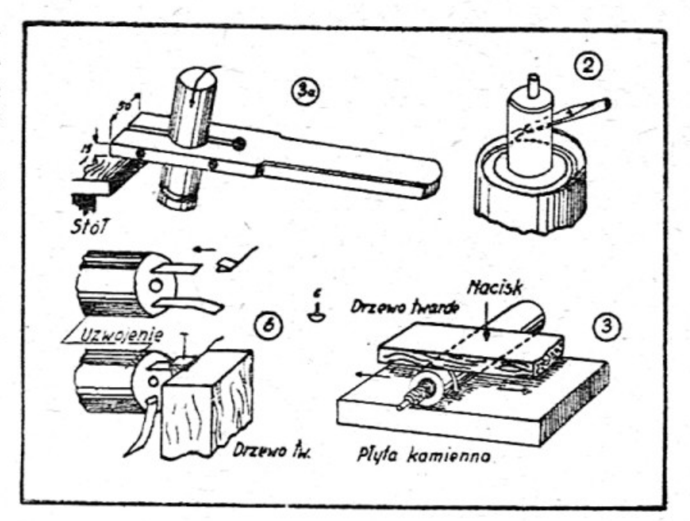
Teraz układa się kondensator na twardej i gładkiej podstawce (Rys. 3) i toczy się go pod naciskiem twardej deszczułki. W ten sposób miejsca zalane pakiem obluźniają się.

Kondensatory w prostokątnych pudełkach nie nadają się do tego, również oklepywanie ich nie na wiele się zdaje. Najlepiej obluźnia się w nich pak przez położenie kondensatora na lekko ciepłej kuchence elektrycznej.

Teraz zakręca się nakrętkę na śrubę główną (o ile jest z metalu) i zakłada się do imadła.

Jeśli nakrętka jest z bakelitu lub blachy owija się śrubę folią aluminiową lub tp. aby nie uszkodzić jej przy ściśnięciu w imadle. Ujmujemy teraz rurę elektrolitu i kręcąc nią ostrożnie, wyciągamy śrubę ze środka. Jeśli przy tej operacji stare połączenia pourywają się, to i tak zawsze liczymy się z ich zmianą, ponieważ po pięciu czy siedmiu latach pracy korozja z pewnością nadgryzła je swym zębem. Teraz rozpoczyna się właściwe uwolnienie uzwojenia. W tym celu wyciąga się śrubokrętem pak oraz ostrożnie podkładkę z tektury. Wyjęcie to powinno się udać bez nagrzewania.

Jeśli uprzednie rolowanie kondensatora było skuteczne, to uzwojenie można wysunąć bez dalszych manipulacji. Ewentualnie można jeszcze trochę porolować, a wreszcie pomóc sobie płaskim nożem, wsuwając go ostrożnie między powłokę a uzwojenie i uwalniając to ostatnie. Jednak nie należy teraz wyrywać uzwojenia siłą. Pudełko elektrolitu trzeba opukać, obić o stół, lub gdy to jest za mało, ujmuje się kondensator mocno dłonią i obija się koniec rury młotkiem, najlepiej drewnianym, tak aby jednak nie powyginać blachy. W rzadkich wypadkach gdy i to nie pomaga należy zastosować urządzenie wskazane na rys. 3a. Uchwyt



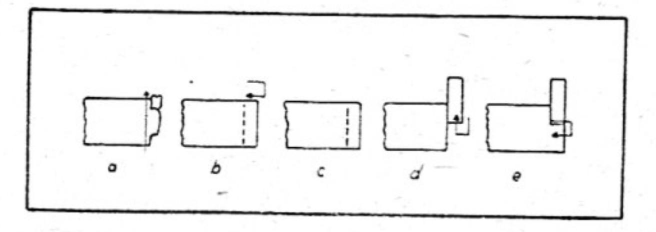
Rys. 2, 3, 3a
Odginanie obrzeża. Rozluźnianie uzwojenia przez rolowanie. Uchwyt dla wybijania uzwojenia

zrobiony jest z twardego drzewa, a otwór musi ściśle pasować do średnicy kondensatora. Uderzając o stół powodujemy wypadnięcie uzwojenia, dobrze przy tym jest otworzyć szufladę aby uzwojenie wypadło do niej, a nie spadło na podłogę.

Wierzchnią warstwę papieru, owijającą uzwojenie odwijamy, a jeśli nie poddaje się, należy pomóc sobie nożykiem do golenia. Wcięte kawałki przydadzą się, zwłaszcza jeśli są wewnątrz wilgotne. Przechowywać je trzeba w suchym, szczelnie zamkniętym „wecku". Również w razie dłuższej przerwy w pracy należy otwarte uzwojenie zamykać w „wecku".

Środki nasycające elektrolitów nie mają na ogół własności parowania. Należy jednak unikać pracy na pełnym słońcu. Stół na którym pracujemy oraz ręce muszą być bardzo czyste.

Teraz przystępujemy do odwijania uzwojenia. Czynność tę należy wykonywać bardzo sumiennie i starannie. Im rzadziej uszkodzimy podkładkę z przesyconego papieru tym lepiej. Przez wycięcie „chorych" miejsc i tak już będzie pojemność zmniejszona. Folia dodatniej

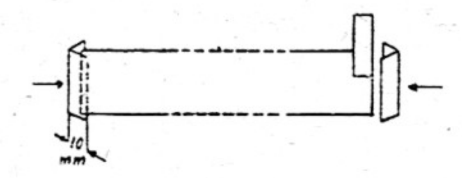


Rys. 4
Wykonanie nowej końcówki. a) odcięcie starej końcówki, b) zagięcie, c) nacięcie, d) odgięcie, e) założenie

elektrody najczęściej ujęta jest między nasycone paski płócienne. W tanich fabrykatach i tutaj stosuje się papier.

Chore miejsca folii przedstawiają się w formie plam lub całych wysp nadgryzionych korozją. Trzeba je całkowicie wyciąć nożyczkami, a w okrągłych miejscach za pomocą wybijaka. Pozostałe zadry należy starannie wygładzić paznokciem.

Na wszystkich zasadniczo foliach wycinamy nowe końcówki. Prosty sposób wykonania tego widzimy na rys. 4a-e. Przed ponownym zwinięciem folii, końcówki ochraniamy ochronnymi paskami z parafinowanego papieru (Rys. 5).



Rys. 5

Zakładanie przewodów zakończeniowych

Normalnie, dodatnie i ujemne folie mają tę samą szerokość. Ponieważ dokładne zwinięcie uzwojenia w ręku jest dość trudne, poza tym podkładki papierowe zostały uszkodzone podczas odwijania, jest często celowe aby dodatnią grubą folię nieco zwęzić, przycinając ją np. o 5 mm (uważać na zadry). Teraz zwijamy cały kondensator jak najbardziej ostrożnie, mocno i równo, przycisnąwszy koniec uzwojenia ciężarem lub lepiej wykonamy to przy pomocy drugiej osoby. Jeśli przekładki papierowe wykazują na swej długości jakieś rysy lub otwory należy te miejsca dodatkowo przykryć. Używamy do tego resztek z przekładek, które pozostają na skutek skrócenia folii.

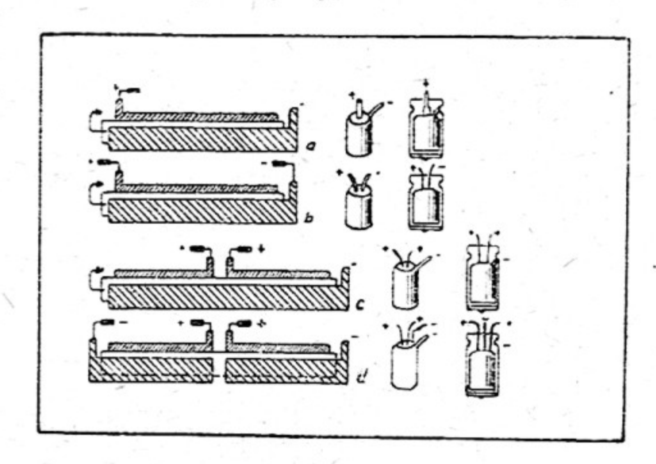
Na koniec owijamy całą rolkę papierem leżącym w „wecku" i smarujemy ją płynną parafiną. Próbujemy następnie kondensator bateryjką i żaróweczką oraz przykładamy napięcie trochę niższe od nominalnego poprzez duży opór np. 50 — 100 KΩ. Jeśli ta próba wykaże zwarcie nie należy rezygnować z reperacji, ponieważ przy ponownym rozwinięciu łatwo już dostrzec powód zwarcia. Prawie zawsze jest to po prostu zetknięcie elektrod a nie nowe przebicie.

Na wystające zakończenie elektrod zakładamy teraz przewody zakończeniowe. Łatwy sposób wykonania tego widzimy na rys. 6. Na skrócone, jeszcze nie zaciśnięte końcówki, nakładamy małe kątowniczki z folii, do których uprzednio zalutowano przewody zakończeniowe. Przebijamy następnie to razem ostrym gwoździem, gwóźdź ostrożnie wyciągamy kręcąc nim (zakończenie trzymamy płaskimi cążkami) i w uzyskany otworek wkładamy skrócony i zgięty w „C" gwoździk. Ubijamy i znitowujemy to na twardej podkładce.

Tak przygotowane uzwojenie nadaje się już do wbudowania do zbiornika. Układać należy ostrożnie i niezbyt głęboko, tak aby pozostawić wolną przestrzeń do oddychania. Nie należy jednak nalewać do środka roztopionego paku. Lepiej najpierw wcisnąć okrągłą zatyczkę z tektury a naokoło niej, wzdłuż ścianki należy ułożyć pierścionek z napół zastygłej masy i dotknąwszy naokoło nieco kolbą, nieco ją roztopić. Gdy pierścień dookoła trzyma się już, bierzemy po trochu masę, układamy ją i roztapiamy kolbą. W ten sposób pracuje się czysto, całe topienie jest pod kontrolą. W międzyczasie ustawia się odpowiednio przewody wejściowe i zabezpiecza się je wzajemnie od dotknięcia przekładkami i wtedy zatapia. Następnie gdy masa jest ciepła układa się śrubę główną. Potem natychmiast zakłada się pierścień gumowy i rozpoczyna zaginanie obrzeża. Pomagamy sobie przy tym małym 50-cio gramowym młotkiem, trzymając kondensator w dłoni. W końcu wygładzamy brzeg naczynia grubym pilnikiem.

Teraz możemy rozpocząć próby elektryczne kondensatora, zaczynając naturalnie od niskiego napięcia do coraz wyższego, nie zaniedbując nigdy odpowiedniego oporu szeregowego. Od wyniku tych prób zależy czy nasza praca była pożyteczna czy też daremna.

Praca ta jest łatwiejsza niż się wydaje z niniejszego opisu, zaś rezultat, zwłaszcza przy pewnej wprawie jest najczęściej pozytywny.



Rys. 6

a) normalne wykonanie elektrolitu: minus na masie plus na śrubie. b) rzadziej stosowane wykonanie: masa neutralna, plus i minus na przewodach. c) elektrolit podwójny: minus na masie, oba plusy na przewodach. d) rzadko stosowane wykonanie: jeden minus na masie drugi na przewodzie obok obu plusów

Nowe ogniwa

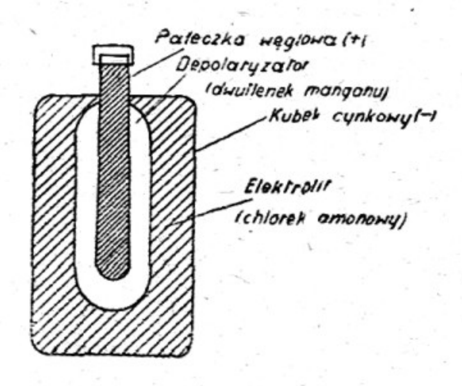
W wielu działach techniki obserwujemy w ciągu ostatnich lat znaczny, niekiedy nawet rewolucyjny postęp. Inne działy osiągnęły pewną stabilizację ale po dojściu do bardzo wysokiego poziomu. Jednym z nielicznych wyjątków, które „ustabilizowały" się ale na poziomie bardzo dalekim od doskonałości, są ogniwa suche i złożone z nich baterie.

Odbiorniki radiowe, w których, nawiasem mówiąc, zaznacza się właśnie pewna stabilizacja w schematach i konstrukcji, związane są bardzo silnie, podobnie jak i inne aparaty elektronowe, z siecią zasilającą, najchętniej prądu zmiennego. Już sieć zasilająca prądu stałego niesie ze sobą wiele niedogodności, ale dopiero prawdziwe kłopoty zaczynają się, gdy urządzenie musi być niezależne od obcych źródeł zasilania, a więc przy aparatach przenośnych oraz stałych, ale pracujących w miejscach pozbawionych prądu elektrycznego. Zapotrzebowanie na ogniwa i złożone z nich baterie jest poważne i zarówno publiczność jak i wytwórnie oczekują niecierpliwie ukazania się nowych baterii o większej trwałości, równomierniejszym napięciu, jednym słowem takich, których można by używać przez dłuższy czas bez kłopotów i ustawicznego dozoru. Takie aparaty przenośne jak wzmacniacze dla osób o przytępionym słuchu, odbiorniki walizkowe, urządzenia wojskowe, radio - reporterskie, nie mówiąc o zwykłych lampkach kieszonkowych, zyskałyby wiele, gdyby baterie dotrzymywały kroku rozwojowi innych gałęzi techniki. A tymczasem baterie jakie kupujemy są prawie identyczne — pomijając ulepszenia drobniejszej natury — z tymi jakich używali nasi dziadkowie.

Rys. 1 wskazuje przekrój ogniwa wynalezionego przez Leclanché'go jeszcze w ubiegłym stuleciu. Elektrodą ujemną (anodą) jest pudełko cynkowe, a dodatnią (katodą) pałeczka węglowa. Pałeczka jest umieszczona w woreczku z „depolaryzatorem" dwutlenkiem manganu MnO_2, zwanym potocznie braunsztynem. Jego zadaniem jest pochłanianie wodoru jaki wydziela się podczas reakcji chemicznej. Depolaryzator jest słabym punktem ogniwa Leclanché nawet jeśli jest w stanie czystym, z powodów, które wyjaśnimy poniżej — zaś trudności otrzymania dobrego braunsztynu są największe. Resztę kubeczka wypełnia elektrolit, 10% chlorek amonowy NH_4Cl, zwany potocznie salmiakiem, wymieszany w mączce, często kartoflanej. Reakcja, jaka przebiega gdy ogniwo daje prąd, jest następująca:

$$Zn + 2\,NH_4Cl + 2\,Mn\,O_2 = Mn_2O_3 + $$
$$+ Zn\,Cl_2 + 2\,NH_3 + H_2O$$

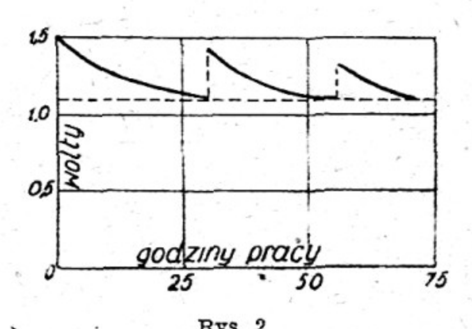
Widzimy, że braunsztyn pochłania wodór, tworzy się chlorek cynku, amoniak i woda.



Rys. 1

Przekrój ogniwa Leclanché

Mechanizm przemiany chemicznej nie jest istotny, lecz bardzo ważną, zasadniczą sprawą jest, aby reakcja, która przecież powoduje zużycie materiałów, zaczynała się w chwili puszczenia prądu i kończyła się w chwili przerwania obwodu. Tylko w tym wypadku ogniwo będzie trwałe, nie będzie samowyładowania. Zaznaczymy więc od razu, że dobrze sporządzone ogniwo Leclanché jest pod tym względem doskonałe, wysokiego gatunku baterie przechowują się bez szkody całymi miesiącami a nawet latami.



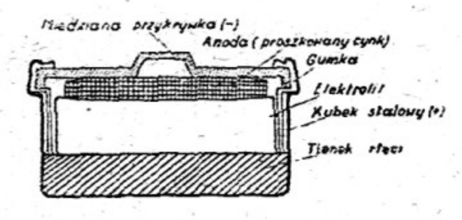
Rys. 2

Krzywa wyładowania ogniwa Leclanché

Pod względem natomiast napięcia wyładowanie ogniwa Leclanché nie jest zadowalające. Rys. 2 wskazuje krzywą wyładowania. Widzimy tam, że napięcie waha się dość silnie, jeśli bowiem wynosi bez obciążenia 1.52 wolta, to szybko spada do 1.1 wolta, co uważamy za granicę — ogniwo jest „wyładowane". Jeśli jednak damy mu pewien czas do odpoczynku, napięcie podniesie się do następnego „zęba piły" na przykład do 1,45 wolta, aby

znowu spaść przy następnym wyładowaniu itd. Podczas „odpoczynku" depolaryzator wykonuje tę część pracy, której nie zdążył wykonać podczas wyładowania — pochłania nagromadzony wodór.

„Depolaryzacja" bowiem w ogniwie jest to reakcja chemiczna, która usuwa zbędne cząsteczki, „jony" wodoru. Cząsteczki te przynoszą do pałeczki węglowej dodatni ładunek elektryczności. Po spełnieniu tego zdania tracą ładunek, lecz pozostają na miejscu i tarasują drogę następnym naładowanym cząsteczkom. Oporność wewnętrzna ogniwa przez to wzrasta i napięcie pod obciążeniem spada. W ogniwie Leclanché depolaryzatorem jest jak wiemy dwutlenek manganu MnO_2. Reakcja, która dzięki niemu wiąże cząsteczki wodoru, niosące ładunek elektryczny, jest powolna i nie nadąża z usuwaniem cząsteczek wodoru. Po pewnym czasie pracy trzeba przerwać prąd i dać ogniwu czas do wytchnienia. Wtedy depolaryzator ma możność dogonienia swego opóźnienia w pracy, oczyszcza on ogniwo z nagromadzonego zapasu obojętnych już elektrycznie cząsteczek wodoru. Oporność wewnętrzna ogniwa spada, napięcie rośnie i znowu można go trochę wyładować.



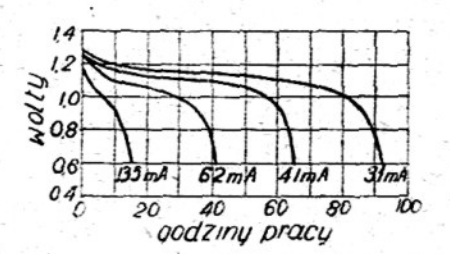
Rys. 3

Przekrój ogniwa RM

Ogólnie biorąc ogniwo Leclanché ma dość stromą krzywą wyładowania, nawet przy niewielkim poborze prądu. Na jakie właściwie napięcie mają być zrobione lampy bateryjne — trudno określić. Powinny one pracować dobrze przy napięciu żarzenia wahającym się od 1,5 do 1,1 wolta, a nawet niżej.

Suche ogniwo Leclanché ma swoje dobre strony: najważniejsze, że jest dość tanie i łatwe w produkcji oraz względnie lekkie. W pracy nie przyczynia kłopotów — nie wydziela gazów. Można je dość długo magazynować bez szkody. Ale — wielkim ale — ogniwa Leclanché jest stromo spadająca krzywa wyładowania i choć wykonano lampy, które działają mimo tego, gdy się je żarzy z ogniw, to zasługa spada wyłącznie na wytwórnie lamp.

Przechodząc do nowych wynalazków z góry muszę zaznaczyć, że jestem daleki od twierdzenia, że ogniwo rtęciowe R—M (Ruben — wynalazca, firma Mallory — produkcja) spełnia wszystkie wymagania, rozwiązuje wszystkie bolączki. Przede wszystkim jest znacznie droższe od suchego ogniwa Leclanché. Wreszcie jego siła elektromotoryczna, czyli napięcie bez wyładowania wynosi tylko 1,34 wolta. Ma ono jednakże bardzo poważne zalety, a więc przede wszystkim o wiele równiejszą krzywą wyładowania i większą znacznie pojemność na cm. sześcienny, jest więc mniejsze i lżejsze od ogniwa Leclanché.



Rys. 4

Krzywe wyładowania ogniwa RM

Rys. 3 wskazuje konstrukcję ogniwa RM. O ile w ogniwie Leclanché anoda (cynk) stanowi jednocześnie obudowę, a i katoda (pałeczka węglowa) wystaje w charakterze kontaktu, to tutaj tlenek rtęci, stanowiący katodę kontaktuje z kubkiem stalowym i stanowi elektrodę dodatnią (w przeciwieństwie do ogniwa Leclanché, gdzie naczynie cynkowe jest ujemne), zaś sproszkowany cynk, stanowiący anodę kontaktuje z pokrywką miedzianą i daje elektrodę ujemną. Całość jest szczelnie zamknięta i zwarta. Elektrolitem jest ług potasowy KOH w roztworze wodnym wymieszany w obojętnym pochłaniaczu. Uderzający jest natomiast brak depolaryzatora, który w ogniwie Leclanché zajmuje najwięcej miejsca, tutaj zaś jest zbędny, ponieważ tlenek rtęci wystarcza dla osiągnięcia automatycznej depolaryzacji w ogniwie. Reakcja przy przepływie prądu jest w ogniwie RM następująca:

$$Zn + H_2O + HgO = Zn(OH)_2 + Hg$$
$$\downarrow$$
$$ZnO + H_2O$$

I tutaj reakcja ustaje automatycznie przy przerwaniu prądu. Zato zużycie zawartych w ogniwie materiałów jest bardzo wysokie i wynosi 80 do 90%, gdy ogniwo jest wyczerpane. W ogniwie Leclanché natomiast wiemy doskonale, że na przykład cynk pozostaje prawie nienaruszony, gdy bateria jest zupełnie wyczerpana.

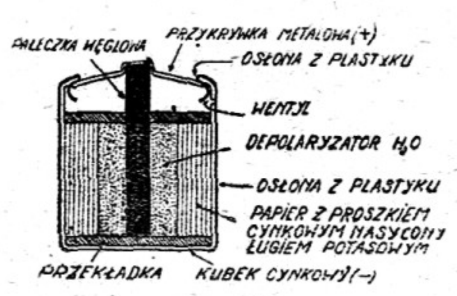
Na rys. 4 mamy krzywą wyładowania ogniwa RM o średnicy 30 m/m, wysokości 12 m/m, oraz o wadze 30 gramów. Widzimy, że jest ona bardzo płaska i napięcie zawiera się pomiędzy 1,3 i 1,0 wolta, zaś podczas trzech czwartych jego życia wynosi od 1,2 do 1,1 wol-

ta, o ile oczywiście zużycie prądu nie przekracza normy.

Sumując więc stwierdzamy, że ogniwo RM jest zupełnie nowe w swojej konstrukcji — żadne inne ogniwo nie ma elektrod i elektrolitu całkowicie i hermetycznie zamkniętych w solidnym i niezniekształcalnym pudełku stalowym i żadne inne nie może się porównać ze stałością jego napięcia. Także jego wymiary i waga są bezkonkurencyjne.

Ogniwo RM jest jednak, niestety, znacznie droższe od Leclanché i choć było z wielkim powodzeniem używane przez armię amerykańską, to podczas wojny koszt nie odgrywał większej roli. Może jednak uda się potanić produkcję jego lub jakiegoś podobnego i uzyskać nowe ogniwo, na które tak długo czekamy.

Rys. 5 wskazuje budowę innego nowego ogniwa „Kalium" firmy Vidor. Jego konstrukcja, wymiary, a także pewne cechy charakterystyczne poszły po linii dotychczasowych ogniw Leclanché w zmodernizowanym nieco wykonaniu, no, i przede wszystkim przy



Rys. 5
Przekrój ogniwa „Kalium"

znacznie ulepszonych własnościach elektrycznych. Tak jak w ogniwie Leclanché cynkowy kubek stanowi elektrodę ujemną, zaś pałeczka węglowa — elektrodę dodatnią. Modernizacja przejawia się w odizolowaniu cynku nie papierem, jak dotychczas, lecz ściśle przylegającym elastycznym plastykiem, tak że dostęp do elektrody ujemnej jest wyłącznie od spodu. Pałeczka węglowa jest niewidoczna. Zamiast mosiężnej korony jak u Leclanché, widzimy szczelną przykrywkę metalową, która daje kontakt dodatni i zarazem stanowi zamknięcie ogniwa. Izolację między plusem a minusem stanowi przedłużenie elastycznego plastyku. Powstałe w niewielkiej ilości gazy mają ujście przez otwór wentylacyjny w boku naczynia cynkowego.

Pałeczkę węglową otacza masa depolaryzatora, którym tutaj jest tlenek rtęci HgO zmieszany ze proszkowanym węglem. Elektrolitem jest ług potasowy KOH, którym jest nasycony papier, przesypany proszkiem cynkowym.

Reakcje chemiczne, zachodzące podczas pracy ogniwa, są dość skomplikowane i niezupełnie jeszcze wyjaśnione. Najważniejszy jednak warunek, ten mianowicie, aby wszelkie reakcję ustały natychmiast po przerwaniu przepływu prądu — jest zachowany, dzięki czemu ogniwo magazynuje się dobrze, nie gorzej od Leclanché. Wydajność jego po roku magazynowania spada nie więcej niż 10 — 15%.

Główna reakcja chemiczna, dzięki której następuje produkcja prądu elektrycznego jest prawdopodobnie następująca:

$$Zn + 2\,H_2O = Zn(OH)_2 + 2\,H$$

Do wytworzenia prądu potrzebne są, jak widzimy, tylko cynk i woda. Musimy jednak usunąć wytwarzany wodór przez reakcję z tlenkiem rtęci (depolaryzacja):

$$2\,H + HgO = Hg + H_2O$$

oraz wodorotlenek cynku przez reakcję z ługiem potasowym:

$$Zn(OH)_2 + 2\,KOH = K_2ZnO_2 + 2\,H_2O$$

Z tych reakcji możemy obliczyć, ile potrzeba materiału na wyprodukowanie jednej amperogodziny elektryczności:

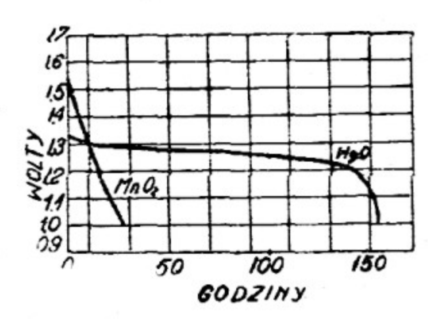
Cynku	1,22 grama
Tlenku rtęci	4,02 „
Wody	0,65 „

Różnica między ogniwem „Kalium" a ogniwem Leclanché polega więc prawie wyłącznie na użyciu innego depolaryzatora.

Tlenek rtęci HgO jako depolaryzator działa o wiele lepiej, a przede wszystkim szybciej od dwutlenku manganu MnO_2. Cząsteczki wodoru są usuwane natychmiast po nadejściu do pałeczki węglowej i oddaniu swego ładunku. Dzięki temu oporność wewnętrzna ogniwa pozostaje stała i krzywa wyładowania jest linią prawie poziomą, aż do chwili wyczerpania elektrolitu, gdzie następuje prawie pionowy spadek.

Rys. 6 wskazuje krzywą wyładowania nowego ogniwa oraz tego samego wymiaru ogniwa Leclanché — obydwa zostały załączone na opór 18Ω. Ogromna wyższość ogniwa „Kalium" jest oczywista, czas pracy jego bowiem jest około 6 razy dłuższy i przebieg jest nadzwyczaj płaski t.zn. że napięcie jest prawie stałe. Krzywa wyładowania ogniwa Leclanché spada stromo w dół i trudno naprawdę powiedzieć na jakie napięcie można liczyć. Dodajmy jeszcze ważny moment, że ogniwo „Kalium" może być wyładowywane bez przerwy i jego trwałość nie zależy od tego czy damy mu

przerwy w pracy czy też nie. Natomiast ogniwo Leclanché musi koniecznie mieć przerwy w wyładowywaniu. Krzywe z rys. 6 zostały uzyskane w ten sposób, że ogniwo „Kalium" było wyładowywane bez przerwy, zaś ogniwo Leclanché pracowało tylko 8 godzin na dobę, a pokazana krzywa daje średnie wartości napięcia.



Rys. 6
Krzywe wyładowania ogniwa „Kalium" z depolaryzatorem HgO oraz podobnego ogniwa Leclanché z depolaryzatorem MnO_2

Napięcie ogniwa „Kalium" jest trochę niskie — rzędu 1,25 wolta. Lepiej jednak mieć napięcie niskie ale stałe, niż początkowo wyższe, lecz szybko spadające. Głównym natomiast defektem jego jest cena, znacznie wyższa od Leclanché. Rzecz jest w tym, że rtęć *jest droga i rzadka, a zużywa się jej tutaj* stosunkowo dużo. Trzeba więc wyszukać takie źródło rtęci, aby jej cena spadła albo znaleźć zupełnie inny, nowy depolaryzator tani i obfity a dobry.

Możemy więc już obecnie robić doskonałe ogniwa, lecz za odpowiednią cenę. Aktywność w pracy nad ogniwami pozwala mieć nadzieję, że i ten mankament zostanie usunięty. W każdym razie widać pewien postęp w tej zupełnie dotychczas martwej i skostniałej dziedzinie.

Z. Batusiewicz

Przesyłanie programów radiowych drogą kablową

Część 3: Teoria linii, właściwości przenoszenia

Opisane w poprzednich numerach miesięcznika „Radio" rodzaje kabli, tworzą wielkie sieci kablowe (podobnie jak sieci kolejowe).

Linie kablowe są przeznaczone do różnego rodzaju połączeń: telefonicznych, telegraficznych i radiowych.

Aby osiągnąć dobrą komunikację telefoniczną, telegraficzną oraz aby programy radiowe, przesyłane drogą kablową były wiernie odtwarzane w miejscu ich przeznaczenia, wszystkie elementy wchodzące w skład linii kablowej, jak i sama linia muszą być ujednostajnione i muszą podlegać pewnym ściśle określonym normom.

Instytucją, która zajmuje się tymi sprawami jest *Międzynarodowy Komitet Doradczy do* spraw radiofonii, telefonii i telegrafii (Comite consultatif international des comunications radiofoniques, telegraphiques, telephoniques) w skrótach C. C. I. R., C. C. I. T., C. C. I. F.

Komitet ten wydaje wszelkie zalecenia, co do budowy linii kablowych, co do sposobu przenoszenia, oraz ustala wszelkie normy.

Specjalne normy są wydane dla radiofonii, telefonii, telegrafii.

Wszystkie państwa zobowiązały się ściśle wypełniać zlecenia C. C. I. F., w innym bowiem wypadku, nie mogłyby przesyłać programów radiowych tak za granicę jak i wewnątrz kraju. Nie mogłyby się również porozumiewać telefonicznie czy telegraficznie.

(W dalszej części artykułu w jednym z następnych numerów miesięcznika „Radio" będą podane ważniejsze normy — zalecenia dotyczące radiofonii).

Dane charakterystyczne linii

Wszystkie właściwości elektryczne linii kablowych odnoszą się zawsze do linii dwuprzewodowej, długiej zazwyczaj na 1 km. Właściwości te są stałe.

W numerze 9/10 miesięcznika „Radio" były podane cztery zasadnicze teoretyczne wielkości:

Opór R linii mierzony w omach Ω na 1 km, indukcyjność L linii w henrach na 1 km, upływ*ność A lub S w simensach na 1 km, pojemność* C w faradach na 1 km.

Wymienione jednostki są teoretyczne, używa się je tylko przy obliczeniach teoretycznych.

Praktycznie, wielkości te stosuje się następująco:

Pojemność C i upływność S wyraża się w jednostkach milion razy mniejszych, a mianowicie:

Pojemność C w mikrofaradach μF na kilometr (μF/km).

Upływność S stosujemy w mikrosimensach μS na kilometr (μS/km).

Upływność linii jest odpowiednikiem przewodności.

Przewodność pewnego obwodu w simensach S, wyraża się odwrotnością oporu w omach.

Opór 100 Ω odpowiada przewodności $^{1}/_{100}$ simensa.

Analogicznie 1 μS na kilometr odpowiada oporowi izolacji 1 MΩ.

Aby przystąpić do dalszych rozważań nad właściwościami przenoszenia linii np. dla określenia tłumienia linii, wzmocnień oraz przebiegu charakterystyki zależnie od częstotliwości, musimy zapoznać się jeszcze z jednostkami logarytmicznymi, decybelem i neperem w praktycznym zastosowaniu.

Decybel

Np. mamy dwie moce P_1 i P_2 niech one różnią się od siebie o N beli jeżeli

$$\frac{P_1}{P_2} = 10^N$$

$$\text{to } N = \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ w belach}$$

czyli log. o zasadzie 10 stosunku dwu mocy daje zysk lub stratę w belach.

$$\text{Jeżeli } P_1 = P_2 \text{ to } N = O$$

W praktyce bel jest zbyt dużą jednostką, przyjęto więc jednostkę 10 razy mniejszą — decybel db.

$$1 \text{ db} = \frac{1}{10} \text{ bela}$$

Stosując tę mniejszą jednostkę mocy otrzymamy: $\frac{P_1}{P_2} = 10^{0,1N}$

$$\text{czyli } N = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ db (decybeli)}$$

Podstawowy stosunek mocy wynosi zatem: $10^{0,1} = 1,259$

Neper

Niech dwie moce P_1 i P_2 różnią się od siebie o N neperów to

$$\frac{P_1}{P_2} = e^{2N} \text{ to } N = \frac{1}{2} \lg_e \frac{P_1}{P_2} \text{ w neperach}$$

(e — zasada logarytmu naturalnego)

Z określeń powyższych możemy wysnuć następujący wniosek, że dowolny stosunek w decybelach db. może być przeliczony na nepery

$$\text{np. } 60 \text{ db } \lg \frac{P_1}{P_2} = 6 \text{ beli;}$$

$$\frac{1}{2} \lg_e \times 10 \lg \times \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2} \times 2,3026 \times 6 = $$

$$= 6,907 \text{ nep.}$$

6 beli = 60 db = 6,907 nep. a stąd

$$1 \text{ nep.} = \frac{60}{6,907} = 8,68 \text{ db.}$$

czyli 1 neper = 8,68 db.

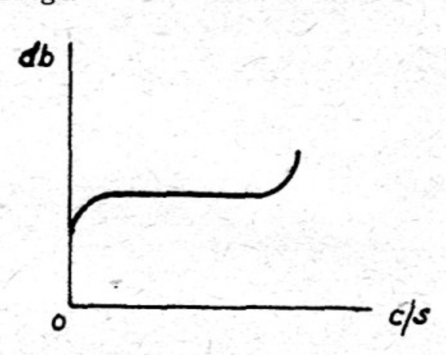
Znając w praktycznym ujęciu zasadnicze wielkości linii R. L. C. S. oraz jednostki pomiarowe decybel i neper, możemy przystąpić do rozważań nad zjawiskiem wynikającym z natury linii kablowej — tak zwanym tłumieniem.

Tłumienie obwodów kablowych

Jeżeli z jakiegoś punktu linii kablowej wyślemy pewną ilość energii, do punktu odbiorczego, czy stacji odbiorczej, to na punkcie odbiorczym otrzymamy zawsze mniejszą ilość energii, od ilości energii wysłanej.

Zjawisko to polegające na rozpraszaniu się po drodze pewnej ilości energii elektrycznej nazywamy **tłumieniem.**

Zasadnicze wielkości R. L. C. S. wpływają na to, że nie cała energia elektryczna wysłana obwodem kablowym, dochodzi do punktu odbiorczego.



Rys. 1
Krzywa tłumienia kabla w zależności od częstotliwości

Wielkość tłumienia mierzymy w decybelach lub neperach. Tłumienie będzie mniejsze, im opór R linii będzie mniejszy, oraz im indukcyjność L obwodu będzie większa.

Tłumienie będzie tym większe, im pojemność C będzie większa, oraz upływność S będzie większa.

Poza zależnością tłumienia od R. L. C. S. istnieje jeszcze jego zależność od częstotliwości przenoszonych prądów.

Dla częstotliwości niższych tłumienie jest mniejsze, dla wysokich większe.

Rys. 1. Krzywa tłumienia obwodu kablowego rośnie początkowo szybko ze wzrostem częstotliwości, do pewnej wartości tłumienia, zależnie od rodzaju kabla, następnie na znacznej przestrzeni przebiega poziomo i znów począwszy od pewnej granicy, zależnie od rodzaju kabla, raptownie się podnosi.

Różnica między tłumieniem przy częstotliwościach niskich i wysokich, może ze znaczną

długością linii, przybierać granice utrudniające zrozumienie mowy lub muzyki i to przeważnie przez *osłabienie* wyższych częstotliwości.

Wielkość tłumienia przypadająca na 1 km linii kablowej *nazywamy* **spółczynnikiem tłumienia** β.

Jeżeli zmierzymy wielkość tłumienia danego obwodu kablowego przy pomocy przyrządu, to przekonamy się, że będzie ono większe od tłumienia obliczonego teoretycznie.

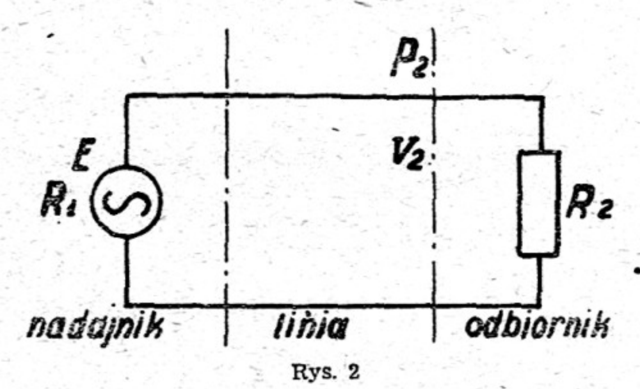
Zjawisko to polega na tym, że praktyczny pomiar, poza stratami, wynikającymi z charakterystycznych właściwości elektrycznych obwodów kablowych, uwzględnia jeszcze straty na tak zwane **odbicia** energii elektrycznej. Odbicia te powstają na skutek niedopasowania odbiornika do obwodu łączącego nadajnik.

Tłumienie, które obejmuje straty nie tylko ze względu na właściwości przewodów, ale i ze względu na odbicia, nazywamy **tłumieniem skutecznym.**

W przypadku kiedy odbiornik jest dopasowany do obwodu kablowego pod każdym względem, wówczas nie zachodzi zjawisko odbicia części energii elektrycznej i wtedy tłumienie skuteczne równe jest *tłumieniu* własnemu.

Pomiar tłumienia

Niech na jednym końcu obwodu kablowego (Rys. 2) znajduje się źródło prądu w postaci generatora o sile elektromotorycznej SEM—E, którego opór rzeczywisty wynosi R_1, a na drugim końcu obwodu opór rzeczywisty R_2 lub odbiornik o oporze rzeczywistym R_2 wówczas tłumienie skuteczne wyrazi się wzorem

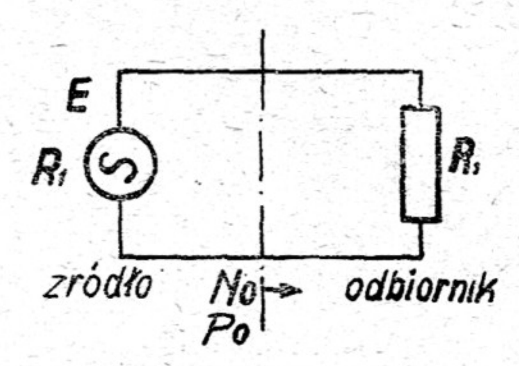


Rys. 2
Pomiar tłumienia

$$\beta_s = \frac{1}{2} \ln \frac{P_0}{P_2} \text{ (w neperach)}$$

P_0 — oznacza moc, jaką źródło dostarczyłoby dopasowanemu odbiornikowi o oporze R_1. P_2 we wzorze na tłumienie skuteczne β_s oznacza moc dostarczoną w rzeczywistości odbiornikowi R_2 za pośrednictwem mierzonego obwodu kablowego (Rys. 2).

Rys. 3 przedstawia źródło prądu o SEM—E o oporze rzeczywistym R_1, oraz dopasowany doń odbiornik — opór rzeczywisty R_1.



Rys. 3
Pomiar mocy

Jeżeli powiemy, że moc P_0, którą dostarcza odbiornikowi źródło wynosi

$$P_0 = \frac{E^2}{4R_1}$$

a mocą dostarczoną P_2 w rzeczywistości jest

$$P_2 = \frac{V_2^2}{R_2}$$

wówczas wzór na β_s możemy napisać w następującej postaci

$$\beta_s = \frac{1}{2} \ln \frac{P_0}{P_2} = \ln \frac{E}{2V_2} + \frac{1}{2} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

Jeżeli opory R_1 i R_2 użyte w powyższych wzorach będą zespolone, to moce P_0 i P_2 będą pozorne. Wówczas opory te oznaczymy literami Z_1 i Z_2, a moce N_0 i N_2.

Wzory podane będą te same, tylko ich oznaczenia cyfrowe będą inne, a mianowicie

$$\beta_s = \frac{1}{2} \ln \frac{N_0}{N_2} = \ln \frac{E}{2V_2} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{Z_1}$$

Aby można było porównać ze sobą wyniki pomiarów różnych obwodów kablowych, przyjęto ogólnie dla praktyki pomiarowej, że

$$R_1 = R_2 = 600\,\Omega$$

Ponadto ustalono według zaleceń C. C. I. F., że napięcie wysyłane po obwodach kablowych np. przy przesyłaniu mowy lub muzyki musi wynosić **1,55 V.** I tak np. źródło pomiarowe o danej częstotliwości o sile SEM = E = 1,55 V

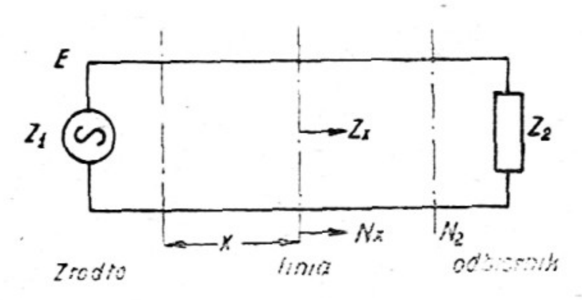
o oporze wewnętrznym $R_1 = 600$ ohm. nazywa się **generatorem normalnym.** Generator normalny jest powszechnie używany przez wszystkie amplifikatornie w rozgłośniach radiowych, oraz przez wszystkie stacje wzmacniakowe.

Generator normalny wysyła moc $P_0 = 1$ mW, tak zwaną moc normalną, na odbiornik do siebie dopasowany. Moc $P_0 = 1$ mW wyraża moc **akustyczną.** Tłumienie skuteczne linii β_s mierzone w tych warunkach, nazywa się **tłumieniem skutecznym pomiarowym.**

$$\beta_{SP} = \ln \frac{0,775}{V} \text{ gdzie } R_1 = R_2 \text{ a wówczas}$$

$$\beta_S = \frac{1}{2} \ln \frac{R_2}{R_1} = 0$$

Oprócz tłumienia skutecznego całego obwodu możemy obliczyć tłumienie skuteczne jego części. Np. w odległości X. (Rys. 4).



Rys. 4
Pomiar tłumienia odcinka linii

wtedy

$$\beta_X = \frac{1}{2} \ln \frac{N_0}{N_X} = \ln \frac{E}{2V_X} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_X}{Z_1}$$

gdzie Nx — oznacza moc pozorną przekazywaną dalszemu ciągowi linii. Zx — oznacza opór dalszego ciągu linii. W wypadku tłumienia naturalnego otrzymamy

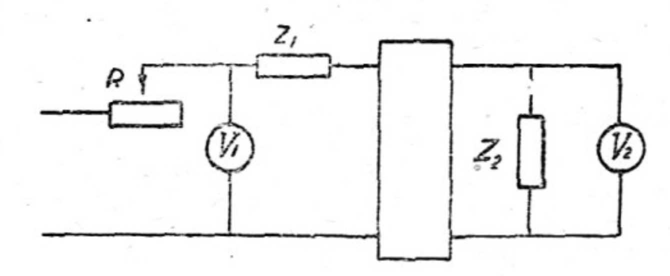
$$\beta_{XP} = \ln \frac{0.775}{V_X} = \frac{1}{2} \ln \frac{Z_X}{600}$$

Jak widać z definicji tłumienia skutecznego, moc odbierana N_2 oraz Nx, porównywa się nie z mocą wysyłana, lecz z mocą która by była wysyłana w wypadku dopasowania.

Tak opisany sposób pomiaru ma te zalety, że daje w wyniku efekt, całkowity pracy linii między danymi oporami, ponadto ułatwia pomiar gdy N_0 jest znane, tymczasem moc rzeczywiście ze źródła wysyłana jest trudna do wyliczania.

Zastosowanie praktyczne. Jeżeli na początku linii włączymy generator normalny o oporze 600 ohm. wysyłający moc $P_0 = 1$ mW, to tłumienie pomiarowe całej linii wyznaczamy, mierząc woltomierzem napięcie V_2 na odbiorniku $R_2 = 600$ ohm. i podstawiając do wzoru na β_{SP}.

Woltomierz zastosowany do pomiaru musi mieć opór wewnętrzny duży w porównaniu z oporem odbiornika. Może on mieć skalę wycechowaną bezpośrednio w decybelach lub neperach.



Rys. 5
Pomiar tłumienia przy pomocy dwóch woltomierzy

Jeżeli nie mamy generatora normalnego, to pomiar można wykonać zwykłym generatorem o danej częstotliwości oraz przy pomocy 2 woltomierzy. (Rys. 5).

Na podstawie podanych rozważań teoretycznych możemy również powiedzieć, że tłumienie skuteczne jest na ogół funkcją częstotliwości prądu.

Poziom przenoszenia

Jeżeli obwód kablowy posiada wzmacniaki, to zamiast określenia — tłumienie skuteczne obwodu — możemy używać dla wygody określenia — **poziom przenoszenia.**

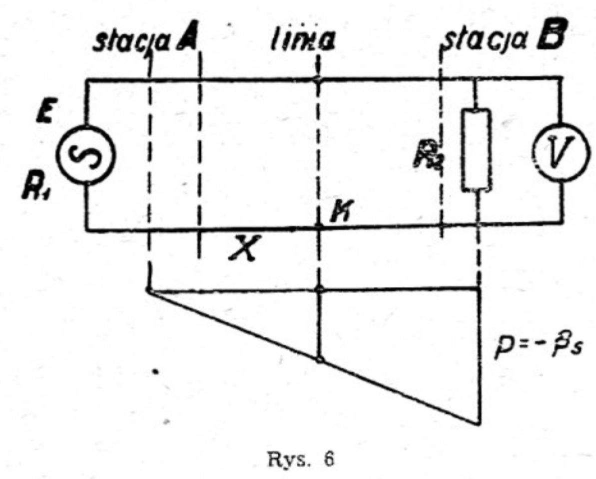
$$P = -\beta_S$$

Pojęcie poziomu przenoszenia w danym punkcie obwodu kablowego jest ściśle związane z pojęciem tłumienia tego obwodu.

Weźmy np. obwód kablowy łączący dwie stacje A i B (Rys. 6).

Na stacji A znajdzie się źródło prądu w postaci generatora normalnego. Na stacji B mamy odbiornik w postaci oporu $R_2 = 600$ ohm. oraz woltomierz. Gdybyśmy w różnych punktach powyższego obwodu kablowego mierzyli wielkość mocy przepływającej energii elektrycznej, to przekonalibyśmy się, że moc tu będzie największa na początku obwodu na stacji A, a dalej będzie malała w miarę oddalania się od stacji A. najmniejsza moc będzie na stacji B.

Stosunek mocy w dowolnym punkcie K danego obwodu kablowego do mocy na początku obwodu daje nam pojęcie o poziomie przenoszenia w danym punkcie obwodu. Stosunek ten daje nam również pojęcie o tłumieniu przewodu. Dwa te pojęcia tłumienie β_S i poziom przenoszenia p są ze sobą związane w ten sposób, że poziom przenoszenia równa się tłu-



Rys. 6

Pomiar poziomu przenoszenia

mieniu wziętemu ze znakiem przeciwnym. Ponieważ tłumienie mierzymy w decybelach lub neperach, poziom przenoszenia mierzymy w tych samych jednostkach.

Metody pomiarów poziomu przenoszenia są takie same jak metody tłumienia a mianowicie:

$$P = \frac{1}{2} \ln \frac{N_2}{N_0} = \ln \frac{2V_2}{E} - \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{Z_1}$$

Jeżeli przyjmiemy, że $E = 1{,}55$ V oraz $Z = Z_2 = 600$ ohm wówczas końcowy pomiarowy poziom przenoszenia

$$P_P = \ln \frac{V_2}{0{,}775} = -\beta_{SP}$$

Podobnie poziom przenoszenia w punkcie K (Rys. 5) w odległości X od stacji A

$$P_X = \frac{1}{2} \ln \frac{N_X}{N_0} = \ln \frac{2V_X}{E} - \frac{1}{2} \ln \frac{Z_X}{Z_1}$$

Jeżeli przyjmiemy, że $E = 1{,}55$ V, a $Z_1 = 600$ ohm to wówczas

$$P_{XP} = \frac{1}{2} \ln \frac{N_X}{1.10^{-3}} = \ln \frac{V_X}{0{,}775} - \frac{1}{2} \ln \frac{Z_X}{600}$$

Poziom przenoszenia w punkcie linii odległym o X od stacji A wyraża się połową logarytmu naturalnego stosunku mocy $\frac{N_X}{N_0}$ gdzie N_X — jest mocą pozorną dostarczoną do punktu K zaś N_0 — jest również mocą pozorną.

Jeżeli przyjmiemy, że $E = 1{,}55$ V $Z_1 = Z_2 = 600$ ohm, to moc N_0 jest zawsze równa 1 mW.

Normalnie pomiary poziomu przenoszenia wykonywa się dla każdego kierunku przepływu mocy osobno, przy czym mierzy się poziom za każdym wzmacniakiem (poziom w danym punkcie K linii) oraz poziom na odbiorniku $Z_2 = 600$ ohm.

Poziom przenoszenia każdego obwodu kablowego można przedstawić w sposób wykreślny. Jeżeli oznaczymy w pewnej skali długość przewodu łączącego dwie stacje A i B linią prostą, zaś wielkość poziomu przenoszenia dla każdego punktu odcinkiem pionowym linii prostej, to odcinek ten będzie wyrażał wielkość poziomu w neperach.

Z rys. 6 widać, że poziom przenoszenia na początku obwodu jest równy 0 (zero), a w miarę oddalania się od stacji A powiększa się, oznacza to, że tłumienie obwodu kablowego powiększa się wraz z jego długością.

(d. c. n.)

Przegląd schematów

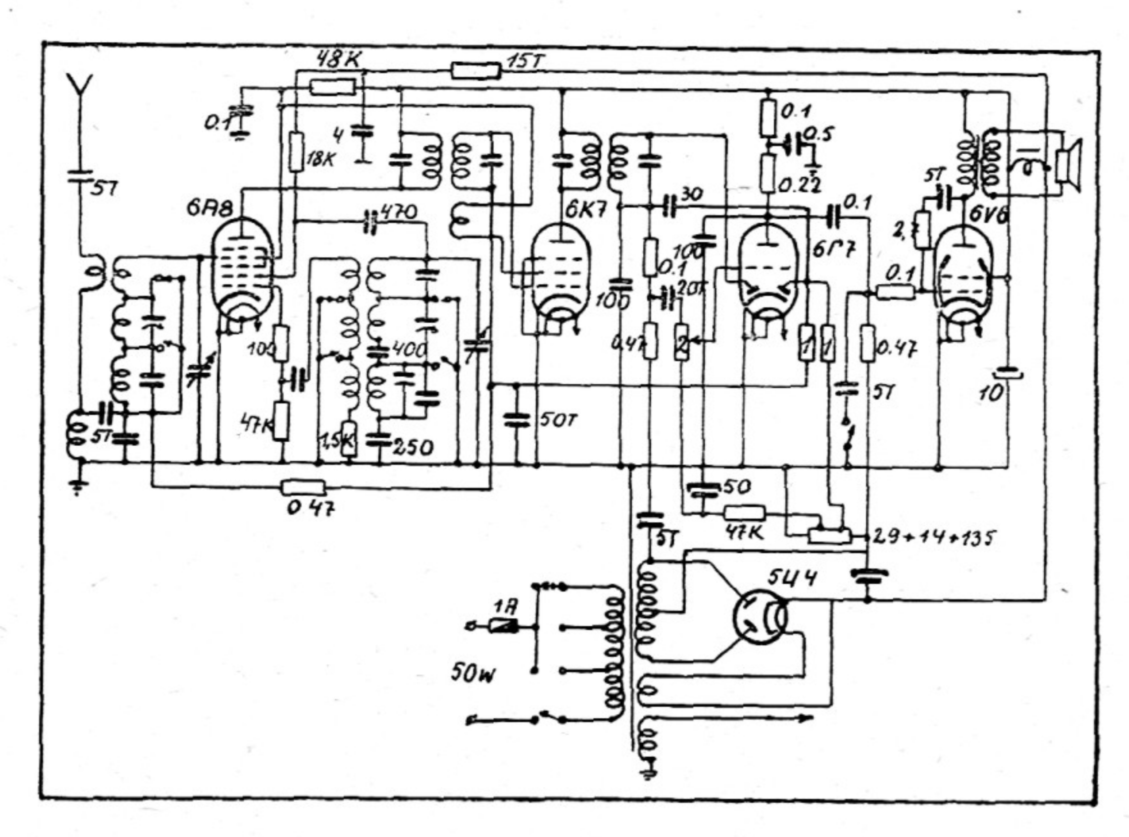
Schemat Nr 52 przedstawia odbiornik radziecki ryskiej fabryki „Radiotechnika" Typ T-755. Jest to aparat popularny, gdzie jednak ekonomiczna produkcja nie odbywa się kosztem podstawowych cech odbiornika. W zakresie fal krótkich (21,75 — 71,5 mtr.) obwód strojony siatki sprzężony jest z anteną indukcyjnie, na falach średnich i długich (185 — 577 i 750 — 2070 mtr.) napięcie z anteny odkłada się na dławiku i przez kondensator 5T dostaje się szeregowo do obwodu siatkowego. Obwód oscylatora jest normalny, zaś lampa pośredniej częstotliwości 6K7 wykorzystuje reakcję na ekran, zwiększając czułość i selektywność. Stopień detekcji i wzmocnienia małej częstotliwości jest zupełnie prosty w układzie, jedynie lampa głośnikowa posiada pewne niewielkie ujemne sprzężenie zwrotne.

Czułość odbiornika wynosi średnio 100 μV. Moc wyjściowa 3 waty przy 8% zniekształceń. Selektywność — 50 db przy rostrojeniu o 10 Kc. Częstotliwość pośrednia 468 Kc.

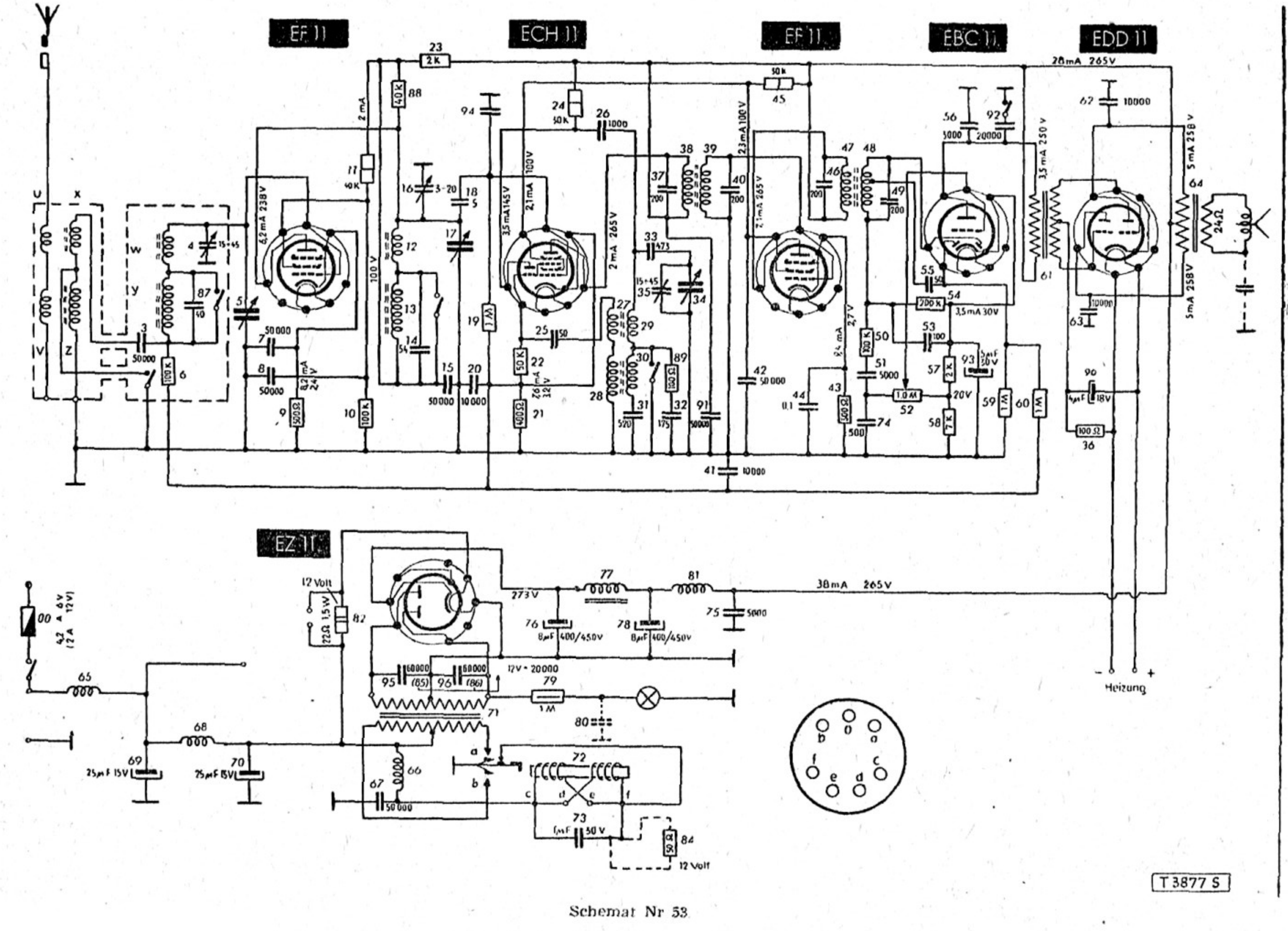
Schemat Nr 53 przedstawia odbiornik Telefunken T3877S,typu samochodowego. Aparaty samochodowe mają szereg cech charakterystycznych widocznych na tym przykładzie. Przede wszystkim brak zakresu fal krótkich. Wibracja motoru i wstrząsy maszyny powodowałyby, mimo solidnej budowy, zbytnie rozstrojenia. Poza tym w czasie jazdy nie może kierowca wdawać się w zbyt delikatne strojenie właściwe falom krótkim, pomijając już nawet to, że długie napędy bowdenowskie mają duży ruch martwy.

Drugą cechą odbiorników samochodowych jest wymagana znaczna czułość, ze względu na krótkie i mało skuteczne anteny. W tym celu daje się stopień wstępny wielkiej częstotliwości z lampą EF11. Stopień przemiany częstotliwości z lampą ECH11 oraz wzmocnienia częstotliwości pośredniej z EF11 są konwencjonalne. Jednak stopień wzmocnienia częstotliwości akustycznej z duodiodą triodą EBC11 posiada sprzężenie transformatorowe, jakiego nigdy już nie spotykamy w odbiornikach sieciowych. Konieczne jest to ze względu na push - pullowy stopień końcowy z duo - triodą EDD11, pracującą w „klasie B" z prądem siatki. Układ ten daje znaczną oszczędność prądu anodowego, potrzebną ze względu na specjalny rodzaj zasilania.

Źródłem zasilania jest tu jedynie i wyłącznie akumulator samochodowy 6 lub 12 woltowy. Z niego czerpie się prąd żarzenia lamp i to zarówno odbiorczych jak i prostowniczej EZ11, której katoda musi tym samym być izolowana od swego włókna żarzenia na pełne napięcie anodowe. Prąd zmienny wysokiego napięcia uzyskuje się w transformatorze, w którego pierwotnym uzwojeniu płynie prąd stały z akumulatora, przerywany kilkaset razy na sekundę wibratorem. Otrzymane tak napięcie prostuje lampa EZ11, zaś filtry w obwodzie zasilania i w obwodzie anodowym zabezpieczają od zaburzeń i przenoszenia się tonu wibratora, poprzez układ aż do głośnika.



Schemat Nr 52



Schemat Nr 53

Sposób prowadzenia korespondencji

Na wstępie muszę zaznaczyć, że artykuł ten przeznaczony jest przede wszystkim dla początkujących krótkofalowców. Przypuszczam jednak, że i starzy przedwojenni amatorzy znajdą w nim, jeżeli nie coś nowego, to w każdym bądź razie coś, co przypomni im ich pierwsze kroki jako operatorów oraz pomoże w „podszlifowaniu" swych wiadomości.

Niedługo zapewne otrzymamy licencje nadawcze i próbować będziemy swych sił w eterze. Zanim naciśniemy po raz pierwszy klucz „gorącego" nadajnika, musimy poznać zwyczaje amatorów w prowadzeniu korespondencji. Zaznaczam, że zwyczaje te najlepiej poznać można słuchając jak pracują inni. Artykuł ten pomoże niewątpliwie początkującym w zrozumieniu tych rozmów, które prowadzone są według pewnego systemu, zwanego „procedurą amatorską" i przyjętego przez wszystkich krótkofalowców świata.

Aby móc prowadzić rozmowę z cudzoziemcem należy znać jego własny język, lub też mieć pewien wspólny język. Otóż krótkofalowcy, prowadzący rozmowy przy pomocy znaków Morse'a, posiadają taki wspólny język. Językiem tym jest kod telegraficzny „Q" oraz specyficzny kod, używany tylko przez amatorów, zwany slangiem amatorskim. Kodu „Q" można używać zarówno w formie twierdzącej jak i pytającej. Np. QRU znaczy „nie mam nic więcej do nadania", zaś QRU? — „czy macie coś więcej dla mnie?". QRZ — „jesteście wołani przez.....", QRZ? — „kto mię woła?".

Przystąpmy obecnie do zastosowania „procedury amatorskiej" w korespondencji.

Wołanie i zgłoszenie się

Krótkofalowiec włączając swą stację nigdy zasadniczo nie wie, kto z amatorów w tym czasie pracuje, lub z kim uzyska kontakt (w kodzie amatorskim zwanym QSO). Pierwszą więc czynnością jest dostrojenie nadajnika i odbiornika do zakresu amatorskiego, na którym chce się pracować (nadajnik i odbiornik zawsze na tym samym pasie). Słysząc pewną stację, z którą chciałoby się nawiązać QSO, należy najpierw upewnić się, że dana stacja nie ma w tym czasie QSO z inną stacją i następnie zawołać ją. Przypuśćmy więc, że nasz amator posiada znak wywoławczy SP5XX, słysząc zatem OZ9XX wołającego CQ i kończącego wołanie zwykłym AR K, przystępuje do wołania go przez nadawanie OZ9XX (nie więcej niż dwanaście razy, a lepiej nawet krócej), kończąc OZ9XX de SP5XX SP5XX AR K. Jeżeli SP5XX dostroił jeszcze do tego swój nadajnik w pobliżu częstotliwości stacji, którą woła, może skrócić czas wołania.

O ile OZ9XX usłyszy naszego amatora i zechce z nim rozmawiać, odpowie mu w następujący sposób: SP5XX SP5XX SP5XX de OZ9XX OZ9XX OZ9XX, po którym poprowadzi normalne QSO.

Wywołanie ogólne — CQ

W wyżej opisanym zgłoszeniu się jest ten plus, że sami możemy wybrać sobie amatora, z którym chcemy rozmawiać. Jeżeli natomiast my sami nadamy CQ (co oznacza wywołanie ogólne do wszystkich amatorów), to grzeczność nakazuje nam nawiązanie rozmowy z każdym, kto się zgłosi. Przypuśćmy, że chcemy sami zawołać CQ. Odbędzie się ono według następującego wzoru:

> CQ CQ CQ de SP5XX SP5XX, powtórzone trzy do pięciu razy i zakończone AR K.

Należy pamiętać, że w ogólnym wywołaniu znak wywoławczy stacji powinien zajmować nie mniej niż połowę czasu całego wywołania. Całość powinna być krótka. Jeżeli nikt nie zgłosi się za pierwszym razem, można powtórzyć wywołanie. Jeżeli i to nie pomoże, sprawdźmy czy nasz nadajnik dobrze pracuje i ewentualnie zmieńmy częstotliwość.

Prowadzenie QSO

Nasz amator zgłosił się na wołanie CQ przez OZ9XX, wobec czego ten ostatni odpowiada w następujący sposób: najpierw wita się i wyraża zadowolenie z nawiązania QSO, dziękuje za zgłoszenie, podaje raport (RST), QTH czyli miejscowość, w której się znajduje oraz zapytuje jak go się odbiera. Przy nadawaniu na fali ciągłej powyższa rozmowa nadana będzie jak następuje:

> SP5XX SP5XX SP5XX de OZ9XX OZ9XX = GD OM VY GLD TO QSO = = TNX FER CALL = UR RST 579 (ostatnie należy powtórzyć trzy razy) = QTH ODENSE = HW? = SP5XX SP5XX de OZ9XX OZ9XX AR K.

(Znak = nadaje się jak łącznie nadawane BT i oznacza przerwę między zdaniami). Na to nasz amator odpowie, że odebrał wszystko, przywita

się, podziękuje za dobry raport oraz za podanie mu miejscowości, w której znajduje się OZ9XX, poda swój raport, QTH, następnie może podać jaki ma odbiornik, nadajnik i antenę, może ewentualnie dodać jaka jest pogoda i ewentualnie poprosi o przysłanie karty QSL via Polski Związek Krótkofalowców. W kodzie amatorskim będzie to:

OZ9XX OZ9XX OZ9XX de SP5XX SP5XX = R OK = GD OM = TNX FER FB RPRT ES QTH = UR RST 589 589 589 = HR QTH WARSZAWA WARSZAWA = HR RX 1 — V — 1 TX VFO PA 15 WATTS ANT ZEP = WX FB = PSE QSL VIA PZK = OZ9XX OZ9XX de SP5XX AR K.

OZ9XX odpowie podając ewentualnie dane o swej stacji, pogodę, poprosi o kartę QSL itd. Jeśli nie ma nic więcej do nadania i zechce zakończyć rozmowę, zapyta się czy nasz amator ma jeszcze coś do nadania. SP5XX odpowie, że nie ma nic więcej do nadania, wyrazi zadowolenie z przyjemnego QSO oraz nadzieję usłyszenia OZ9XX w przyszłości.

Następnie złoży życzenia wszelkiej pomyślności i dalekiego zasięgu (DX) i prześle pożegnanie:

OZ9XX OZ9XX OZ9XX de SP5XX SP5XX SP5XX = R OK = QRU = TNX FER FB QSO = HPE CUAGN=CHEERIO 73 ES DX = GB OM = OZ9XX OZ9XX de SP5XX SP5XX SK K.

SK*) oznacza, że SP5XX kończy pracę z OZ9XX lecz nadając K zaprasza go do nadania swego zakończenia. OZ9XX zakończy w podobny sposób i po ostatecznym nadaniu znaków wywoławczych doda VA. W ten sposób zakończone zostało QSO. Należy dodać, że o ile znamy wspólny język to oczywiście możemy go używać dla ułatwienia i rozszerzenia naszej rozmowy.

Często się zdarza, że inni amatorzy mogą słuchać prowadzonego QSO w nadziei, że i oni będą mogli nawiązać łączność z OZ9XX po skończeniu pracy z SP5XX. Przypuśćmy, że OZ9XX spodziewa się tego, więc też zaraz po nadaniu SK dla SP5XX nadaje QRZ? QRZ? QRZ? de OZ9XX OZ9XX OZ9XX AR K, co oznacza „kto mię woła?" (lub raczej „kto jeszcze chciałby ze mną rozmawiać?"). Takie zawołanie należy traktować jak CQ i każdy może się zgłosić. Ma to tę zaletę, że OZ9XX unika długiego wołania CQ.

QRZ? stosuje się również w innym wypadku. Przypuśćmy, że zawołaliśmy CQ i następnie szukając zgłoszeń słyszymy, że ktoś nas woła, lecz z powodu przeszkód nie zrozumieliśmy znaku wywoławczego tej stacji. Wtedy zawołamy QRZ? QRZ? QRZ? de SP5XX SP5XX SP5XX AR K i słuchamy w miejscu gdzie poprzednio słyszeliśmy tę stację, która zapewne zawoła nas jeszcze raz, zwracając szczególną uwagę na dokładne i powolne nadanie swego znaku wywoławczego.

Podawanie raportu

Raport w kodzie amatorskim podaje się jako RST i trzy cyfry. RST jest skrótem angielskich wyrazów oznaczających czytelność, siłę i ton odbieranych sygnałów. Cyfry oznaczają stopniowanie. Np. UR RST 599 oznacza: wasze sygnały odczytuję bez najmniejszej trudności, są one bardzo silne i posiadają bardzo czysty ton prądu stałego. Informacje te są bardzo ważne dla nadawcy, należy zatem podawać je w taki sposób, aby rzeczywiście dawały wierny obraz tego co odbieramy.

Kod „Q"

QHL? czy przeszukasz cały pas poczynając od częstotliwości wyższych?
QHL przeszukam cały pas poczynając od częstotliwości wyższych;
QHM? czy przeszukasz pas od częstotliwości wyższych do środka?
QHM przeszukam pas od częstotliwości wyższych do środka;
QLH? czy przeszukasz cały pas poczynając od częstotliwości niższych?
QLH przeszukam cały pas poczynając od częstotliwości niższych;
QLM? czy przeszukasz pas od częstotliwości niższych do środka?
QLM przeszukam pas od częstotliwości niższych do środka;
QLZ? czy będzie co z tego?
QLZ nic z tego;
QMH? czy przeszukasz pas od środka do wyższych częstotliwości?
QMH przeszukam pas od środka do wyższych częstotliwości;
QML? czy przeszukasz pas od środka do niższych częstotliwości?
QML przeszukam pas od środka do niższych częstotliwości;
QQQ przerywam natychmiast QSO;
QRA? gdzie znajduje się twoja stacja (nazwa miejscowości)?

SK*) — nadawać jako jedno wyrażenie — nie rozdzielać.

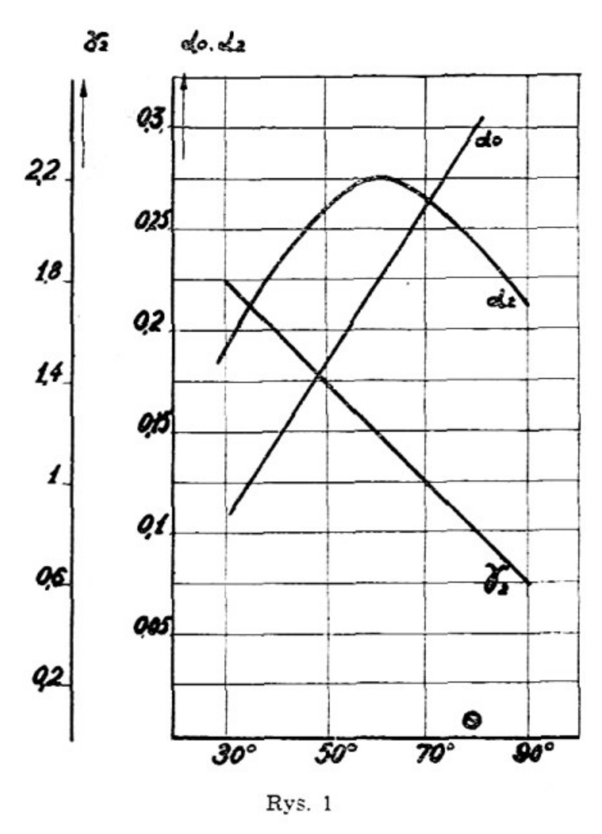
QRA moja stacja znajduje się w .....
QRB? jaka jest odległość między naszymi stacjami?
QRB odległość między naszymi stacjami wynosi .....
QRD? skąd i dokąd jedziesz (przy stacjach ruchomych)?
QRD jadą z (for) ..... do (from) .....
QRG? czy możesz mi podać na jakiej częstotliwości ja nadaję?
QRG twoja częstotliwość wynosi ..... kc;
QRH? na jakiej częstotliwości nadajesz?
QRH moja częstotliwość wynosi ..... kc;
QRI? czy mój ton jest zły?
QRI twój ton jest zły;
QRJ? czy moje sygnały są słabe i źle odbierasz?
QRJ twoje sygnały są słabe i nie mogę odbierać;
QRK? z jaką siłą odbierasz moje sygnały?
QRK twoje sygnały odbieram z siłą R ..... (skala od 1 do 9);
QRL? czy jesteś zajęty?
QRL jestem zajęty;
QRM? czy masz przeszkody w odbiorze (przemysłowe)?
QRM mam przeszkody w odbiorze (przemysłowe);
QRN? czy masz w odbiorze przeszkody atmosferyczne?
QRN mam przeszkody atmosferyczne;
QRO? czy powiększyć moc nadajnika? Masz dużą moc?
QRO powiększ moc nadajnika. Nadajnik o dużej mocy;
QRP? czy zmniejszyć moc nadajnika?
QRP zmniejsz moc nadajnika. Nadajnik małej mocy;
QRQ? czy mam nadawać szybciej?
QRQ nadawaj szybciej. Nadawaj ..... znaków na minutę;
QRS? czy mam nadawać wolniej?
QRS nadawaj wolniej. Nadawaj ..... znaków na minutę;
QRT? czy mam zaprzestać nadawania?
QRT zaprzestań nadawać. Stacja nie czynna;
QRU? czy masz coś dla mnie?
QRU nic dla ciebie nie mam;
QRV? czy jesteś gotów?
QRV jestem gotów;
QRW? czy mam zawiadomić ....., że go wołasz?
QRW zawiadom ..... że go wołam;
QRX? czy mnie wołasz?
QRX zawołam ciebie o godz. ..... ; zaczekaj;
QRY? jaka jest moja kolejność?
QRY twoja kolejność jest ..... ;
QRZ? kto mnie wołał?
QRZ byłeś wołany przez ..... ;
QSA? jaka jest czytelność moich sygnałów?
QSA czytelność twoich sygnałów jest ..... (w skali od 1 do 5);
QSB? czy siła moich sygnałów waha się?
QSB siła twoich sygnałów waha się;
QSC? czy moje sygnały zanikają od czasu do czasu?
QSC twoje sygnały od czasu do czasu zanikają;
QSD? czy źle nadaję?
QSD twoje nadawanie jest złe, nieczytelne;
QSL? czy przyślesz mi kartę QSL (potwierdzenie QSO)?
QSL wyślę kartę QSL;
QSLL? czy wysłać ci kartę QSL?
QSLL wyślij kartę QSL; proszę o kartę QSL;
QSO? czy możesz się porozumieć z (with) .....?
QSO mogę się porozumieć z (with) ..... ;
QSP? czy możesz przekazać wiadomość (telegram) do (to) .....?
QSP przekażę wiadomość do (to) ..... ;
QSQ? czy mam nadawać każde słowo tylko jeden raz?
QSQ nadawaj każde słowo tylko jeden raz;
QST do wszystkich (wiadomość, okólnik, telegram do wszystkich krótkofalowców);
QSU? czy mam nadawać (lub powtórzyć) na fali ..... kc?
QSU przejdź na falę ..... kc;
QSV? czy mam nadawać serię VVVV?
QSV nadaj serię VV;
QSW? czy przechodzisz na falę ..... kc?
QSW przechodzę na falę ..... kc;
QSY? czy mam przejść na falę ..... kc?
QSY przejdź na falę ..... kc;
QSZ? czy mam nadawać każde słowo dwa razy?
QSZ nadawaj każde słowo dwa razy;
QTC? ile masz telegramów do przekazania?
QTC mam dla ciebie ..... telegramów (lub: mam .... telegramów dla (for) ....);
QTH? jakie jest położenie geograficzne twojej stacji?
QTH położenie geograficzne mojej stacji jest ..... szerokości (latitude) ..... długości (longitude);
QTR? jaki jest dokładny czas?
QTR jest dokładnie godz. .....;
QTU? w jakim czasie jest czynna twoja stacja?
QTU moja stacja jest czynna od (from) ..... do (to) .....;

Inż. Jan Zimowski

Podwajanie częstotliwości

Nadajnik lampowy składa się zwykle z kilku stopni wzmocnienia oraz generatora sterującego. Ma to na celu uzyskanie dużej mocy drgań, stabilizacji wysyłanej częstotliwości niezależnej od zmian napięć zasilających i napięć modulujących oraz zabezpieczenie przed zwrotnym oddziaływaniem obwodów stopni dużej mocy na stopień sterujący. Prócz stosowania specjalnych członów w charakterze tzw. „izolatorów" wprowadza się powielanie częstotliwości w kilku, lub przynajmniej w jednym stopniu wzmocnienia.

Powielanie częstotliwości polega na tym, że obwód siatkowy lampy dowolnego stopnia pracuje na jednej częstotliwości, np. na częstotliwości generatora, natomiast jej obwód anodowy jest dostrojony do jednej z wyższych harmonicznych, zwykle drugiej. Generator zatem może pracować np. na 7 Mc., a stopień mocy



Rys. 1

na 14 Mc, lub po dwukrotnym powielaniu — na 28 Mc.

Każde drganie o charakterze niesinusoidalnym można rozłożyć na szereg drgań harmonicznych. W obwodzie anodowym wzmacniacza mocy wysokiej częstotliwości składowa zmienna prądu anodowego jest właśnie prądem o takim charakterze. Wydzielenie i wzmocnienie jednej z harmonicznych zależy nie tylko od odpowiedniego dostrojenia tego obwodu, ale i od warunków pracy lampy. Mianowicie przy pracy na dolnym zakrzywieniu charakterystyki, lub nawet poniżej tego punktu krzywa prądu anodowego jest znacznie zniekształcona, i posiada spłaszczenia podczas ujemnych półokresów. Krzywa taka zawiera liczne harmoniczne, z których przy pomocy odpowiednio dobranego obwodu strojonego można wyodrębnić dowolną. Należy się zatem zastanowić jakim warunkom musi odpowiadać praca lampy w układzie powielania częstotliwości.

Kąt przepływu prądu anodowego jest w tym przypadku mniejszy, niż w normalnym układzie wzmacniacza kl. C. Dla podwajania częstotliwości wielkość Θ leży w granicach 40^0 — 60^0, co pociąga za sobą wzrost napięcia sterującego, ujemnego napięcia siatki i mocy wzbudzenia. Ponieważ wzrost tych wartości jest szczególnie niebezpieczny przy falach krótkich, ze względu na wytrzymałość lampy na przebicie między doprowadzeniami elektrod, wskazane jest stosować jako podwajacze, lampy o dużym „μ" lub pentody, które nie wymagają dużych napięć siatkowych.

Sprawność podwajaczy (lampy) nie przekracza zazwyczaj 50%, a moc wyjściową przyjmuje się równą

$$P_2 = 0.1 \cdot U_{a0} \cdot I_{a\,max}$$

Zakładając zatem w dalszych rozważaniach przyjętą sprawność, oraz znając moc admisyjną lampy, łatwo znajdziemy jej moc użyteczną. Z drugiej strony wiemy, że moc ta jest równa

$$P_2 = \frac{V_a \cdot I_{a2}}{2}$$

gdzie $V_a = \varphi \cdot U_{a0}$, zaś I_{a2} — jest amplitudą składowej zmiennej prądu anodowego o częstotliwości drugiej harmonicznej. Wartość φ w danym przypadku zależy od napięcia anodowego i napięcia zmiennego amplitudy. Im te wartości są większe, tym większa wartość φ. Na ogół leży ona w granicach od 0,7 do 0,9.

Ze wzoru na P_2 łatwo znaleźć amplitudę I_{a2}.

$$I_{a2} = \frac{2 P_2}{V_a}$$

Na wykresie (rys. 1) podane są zależności

$$\alpha_0 = \frac{I_{a0}}{I_{max}}, \quad \alpha_2 = \frac{I_{a2}}{I_{max}} \text{ oraz } \gamma = \frac{I_{a2}}{I_{a0}}$$

dla różnych wartości kąta Θ.

Jak łatwo sprawdzić, największą sprawność uzyskuje się przy $\Theta = $ ok. 45^0.

Obrawszy najkorzystniejszą wartość Θ znajdujemy z wykresu α_0, α_2 i γ, a stąd obliczymy Iao oraz P_1, jak również moc strat Po. Jeżeli przy tym okaże się, że $F_0 > P_{adm.}$, należy obrać inne założenia wyjściowe (Θ, P_2 i U_{a2} i obliczyć na nowo.

Amplituda napięcia sterującego w przypadku triod wynosi

$$V_s = \frac{I_{mx}}{S\ (1 - \cos \Theta)} + \frac{2\ V_a\ (1 + \cos \Theta)}{\mu}$$

zaś ujemne napięcie siatki:

$$U_{s0} = -V_s \cdot \cos \Theta + \frac{V_a \cdot \cos 2\,\Theta}{\mu}$$

Kąt przepływu prądu siatki znajdziemy, określając wartość $\cos \Theta_1 = \frac{U_{s0}}{V_s}$ i dalej obliczamy prąd siatki I_{s0}, oraz moc wzbudzania P_s w taki sam sposób, jak we wzmacniaczu kl. C. („Radio" Nr 5/6 — 1948. str. 23).

W przypadku, gdy lampą jest pentoda lub tetroda, dwa ostatnie wzory przyjmują postać:

$$V_s = \frac{I_{mx}}{S\ (1 - \cos \Theta)} + \frac{U_c}{\mu'}$$

$$U_{s0} = -\left(\frac{I_{mx} \cdot \cos \Theta}{S\ (1 - \cos \Theta)} + \frac{U_c}{\mu'}\right)$$

gdzie U_c — napięcie siatki osłonnej, a μ' — amplitudą „siatka sterująca — siatka osłonna".

Jako przykład obliczymy warunki pracy pentody Philipsa „PE 1/80" w charakterze podwajacza częstotliwości.

Dane katalogowe: $U_{a0} = 1000$ V. $U_e = 200 - 500$ V. $F_{adm} = 35$ W. $S = 2{,}5\ \frac{mA}{V}$, $\mu' = 3{,}8$V/V. Przyjmiemy, że maksymalna moc strat nie może przekroczyć $P_0 = 30$ W. oraz, że $\Theta = 60^0$. Wówczas $\alpha_0 = 0{,}22$, $a_2 = 0{,}275$. Jeżeli nadto $U_e = 200$ wolt, wówczas sprawność będzie równa (przy $\psi = 0{,}8$):

$$\eta = \frac{\psi \cdot \alpha_2}{2 \cdot \alpha_0} = \frac{0{,}8\ .\ 0{,}275}{0{,}44} = 0{,}5.$$

a więc moc doprowadzona do anody

$$P_1 = \frac{P_0}{\eta} = \frac{30}{0{,}5} = 60\ W.$$

Składowa stała prądu anodowego

$$I_{a0} = \frac{60}{1000} = 0{,}06\ \text{amp.}$$

$$\text{zaś}\ I_{max} = \frac{I_{a0}}{\alpha_0} = \frac{0{,}06}{0{,}22} = 0{,}273\ \text{amp.}$$

$$\text{oraz}\ I_{a2} = \alpha_2 \cdot I_{mx} = 0{,}275\ .\ 0{,}273 = 0{,}074\ \text{amp.}$$

Amplituda napięcia wzbudzenia ($\cos 60^0 = 0{,}5$):

$$V_s = \frac{273}{2{,}5\ (1 - 0{,}5)} + \frac{200}{3{,}8} = 275\ \text{Volt.}$$

zaś ujemne napięcie siatki:

$$U_{s0} = -\left(\frac{273\ .\ 0{,}5}{2{,}5\ (1 - 0{,}5)} + \frac{200}{3{,}8}\right) = -160\ \text{Volt.}$$

Wobec tego: $V_{a\,min} = 200$ V. $= (U_{a0} - V_a)$

$V_{s\,mx} = 115$ V.

a stąd

$$I_{s\,mx} = 0{,}25\ .\ 0{,}273\ \sqrt{\frac{115}{200}} = 0{,}01\ \text{amp.}$$

oraz

$$\cos \Theta_1 = \frac{160}{275} = 0{,}76 \text{ i } \Theta_1 = \sim 40^0.$$

zatem

$$\frac{I_{s\,mx}}{I_{s0}} = 8{,}5, \text{ a } I_{s0} = \sim 0{,}0015\ \text{amp.}$$

Moc wzbudzenia $P_s = 0{,}9\ .\ 0{,}0015\ .\ 275 = 0{,}36$ W.

Oporność upływowa obwodu siatki

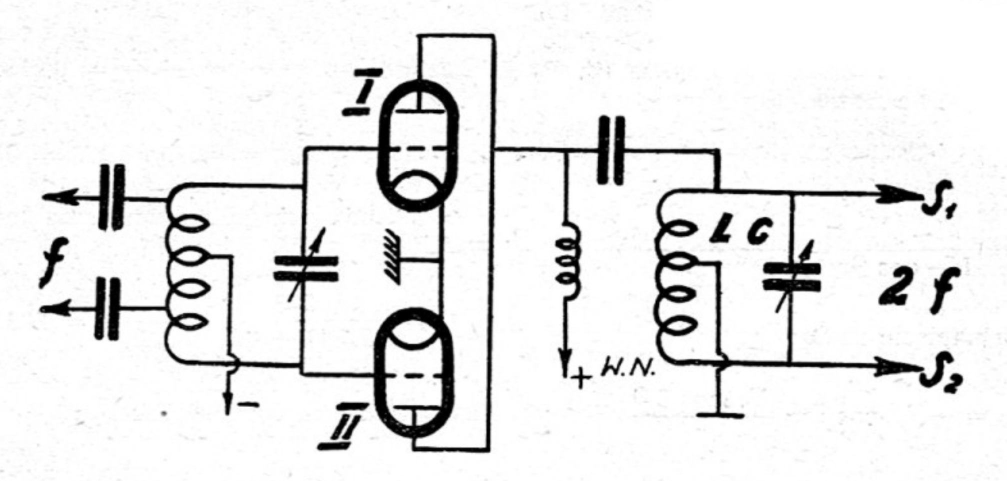
$$R_s = \frac{160}{0{,}0015} = \sim 107000\ .\ \Omega.$$

zaś oporność dopasowana obwodu anodowego:

$$Z = \frac{V_a}{I_{a2}} = \frac{800}{0{,}074} = 10800\ \Omega.$$

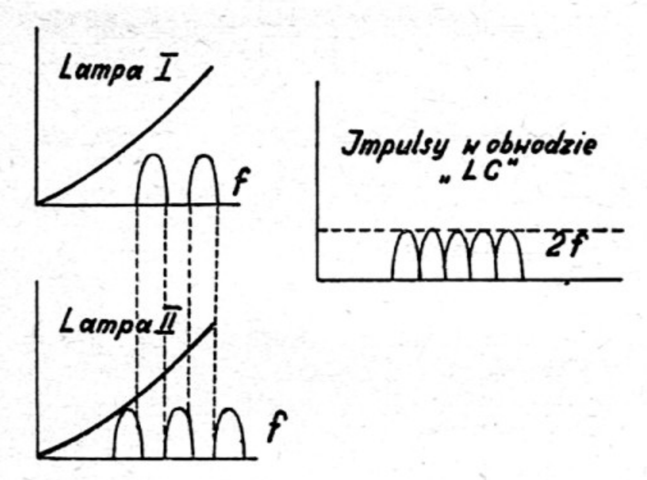
Należy mieć na uwadze, że obierając napięcie siatki osłonnej w przypadku, gdy wartość ta nie jest podana przez wytwórnię lampy, napięcie to winno być równe co najmniej 15 — 20% napięcia anodowego. Odnosi się to nie tylko do przypadku gdy stosujemy powielanie częstotliwości, ale w ogóle do pracy pentod jako wzmacniaczy mocy kl. C.

Podwajanie częstotliwości jest jedynie przypadkiem szczególnym powielania. W technice nadawczej stosuje się również wydzielanie



Rys. 2

i wzmacnianie wyższych harmonicznych, jak np. 3-ej, 4-ej itd. przy czym odpowiednio do tego wybieramy układy symetryczne (push



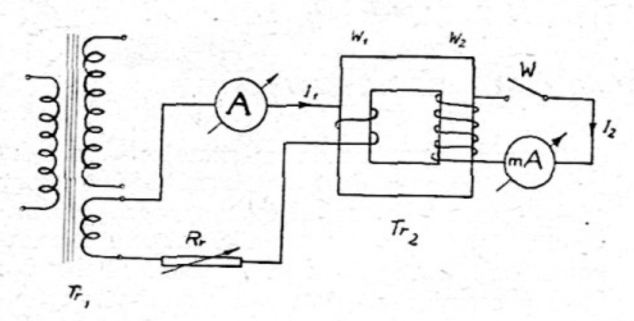
Rys. 3

pull) lub niesymetryczne. Układy symetryczne ze względu na swoje właściwości tłumią harmonicznie parzyste, i dlatego nie są stosowane przy podwajaniu częstotliwości w tej formie, jaką znamy, lecz zmodyfikowane o tyle, że oporność wyjściowa (obwód drgań) włączona jest między obie anody, posiadające wspólne zasilanie wysokiego napięcia, a uziemioną katodę. (Rys. 2). Dzięki temu w czasie dodatnich półokresów napięcia sterującego na siatkach w każdej lampie płynie prąd anodowy, a ponieważ obie anody są połączone razem, więc impulsy te pobudzają obwód LC następnego stopnia zawsze w tym samym kierunku. W każdym okresie występują więc dwa impulsy prądu, jak to widać na rys. 3, zatem LC będzie wzbudzany z częstotliwością dwa razy większą niż częstotliwość obwodu siatkowego lamp I i II. Jeżeli teraz wspomniany obwód LC dostroimy do tej dwukrotnie wyższej częstotliwości, otrzymamy w nim maksimum prądu zmiennego.

Powielania wyższych harmonicznych na ogół w nadajnikach się nie stosuje, ze względu na małą wydajność oraz niebezpieczeństwo występowania wysokich napięć w obwodach siatkowych lampy. Wydzielanie i wzmocnienie wyższych harmonicznych uzyskuje się przez kilkakrotne powielanie drugiej lub trzeciej harmonicznej, stosując kilka pośrednich stopni wzmocnienia, przy czym odpowiednio do żądanej częstotliwości na wyjściu nadajnika, dobiera się częstotliwość podstawową generatora.

Prosty pomiar ilości zwojów w transformatorze

Niejednokrotnie mamy trudności ze stwierdzeniem ilości zwojów w transformatorze. W wielu wypadkach odwijanie transformatora i przeliczanie w ten sposób zwojów jest niecelowe, szczególnie wówczas, gdy chcemy wykorzystać jedno z fabrycznych uzwojeń w nieuszkodzonym transformatorze, natomiast drugie, na podstawie obliczenia, dowinąć.



Rys. 1

Na rys. 1 przedstawiony jest układ, przy pomocy którego możemy stwierdzić w prosty sposób ilość zwojów w jakimś uzwojeniu transformatora, bez potrzeby jego odwijania, z wystarczającą dla praktyki dokładnością.

Na rdzeniu transformatora, którego jedno uzwojenie chcemy zbadać, nawijamy j e d e n zwój grubego (ok. 1 mm) izolowanego drutu. Ten jeden zwój łączymy przez regulowany opornik Rr i przez amperomierz na prąd zmienny A, z uzwojeniem żarzenia jakiegoś innego transformatora Tr_1 (np. o napięciu 4 V), którego użyjemy jako źródła prądu w naszym pomiarze. Uzwojenie transformatora Tr_2 na którym dokonujemy pomiaru, łączymy przez wyłącznik zwierający W z czułym miliamperomierzem na prąd zmienny mA. Najpierw obwód uzwojenia badanego pozostawiamy otwarty (wyłącznik W otwarty!). Transformator Tr_1 (zasilający) łączymy z siecią i przy pomocy opornika regulowanego Rr ustawiamy na amperomierzu A jakiś dowolny prąd np. 2 A. Gdy teraz wyłącznikiem W zewrzemy obwód badanego uzwojenia, to przez miliamperomierz mA popłynie prąd zwarcia o wielkości np. 0,002 A. Ponieważ pomiędzy prądami, a ilością zwojów w uzwojeniach zachodzi taki związek, że:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

przeto ponieważ $n_1 = 1$, otrzymamy:

$$n_2 = \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{0{,}002} = 1000 \text{ zwojów}$$

gdzie I_1 oznacza prąd ustawiony na amperomierzu A przy pomocy opornika Rr, zaś I_2 oznacza prąd zwarcia, jaki popłynie po zwarciu uzwojenia badanego wyłącznikiem W przez miliamperomierz.

Dokładność pomiaru — jak można się od razu zorientować — jest zależna przede wszystkim od dokładności pomiaru prądu zwarcia, czyli od dokładności miliamperomierza mA.

W tak otrzymanej liczbie zwojów należy poczynić poprawkę na oporności uzwojeń i straty w żelazie itp. które wpływają na dokładność metody. Dokładniejszą liczbę otrzymamy dodając do otrzymanego rezultatu około 10% zwojów.

Jerzy Gaisler

Odpowiedzi Redakcji

Dyrer Ryszard. Częstochowa.

Sposób obliczania transformatorów sieciowych w formie prostego nomogramu znajdzie P. w Nr 1 mies. Ra z 46 r. Uproszczona formuła dla częstotliwości 50 okr./sek. brzmi: $\frac{N}{E} = \frac{450.000}{B \cdot S}$; gdzie $\frac{N}{E}$ jest ilością zwojów, przypadających na 1 wolt napięcia; B — indukcją magnetyczną (średnio można przyjąć ok. 10000 gausów); S — przekroje rdzenia w cm².

Poste Restante 525. Krasnystaw.

Zaprojektowany nadajnik jednolampowy na fonię nie posiada błędów. Zasięg jego będzie jednak znikomy ze względu na małą moc, jaką może dostarczyć lampa RV2,4P700.

Łukasiewicz Konstanty. Dęblin. Warszawska 104—7.

Posiadany przez P. odbiornik uniwersalny może być zasilany z sieci prądu zmiennego lub stałego. Zamiast lampy prostowniczej 25Z6 może być użyty prostownik selenowy.

Ostrowski Feliks. Wrocław. Żeromskiego 73—2.

Schemat dwulampowego odbiornika bateryjnego znajdzie P. w Nr. 3 mies. Ra z 47 r. Lampy mogą być żarzone z ogniw Meidingera, jednakże napięcie anodowe musi być dostarczone z baterii lub z wibratora, opisanego w Nr. 26, 27 i 29 tygodnika R. i Św. z 48 r.

Arkuszewski Jacek. W-wa, Lenartowicza 16.

Lampa RL12P35 posiada spółczynnik wzmocnienia „K" wynoszący około 20; jej opór wewnętrzny jest rzędu 10^4 omów.

Papierniak Edward. Gliwice. Częstochowska 24—12.

Podajemy dane pentody sowieckiej typu CO257 — żarzenie 2V/0,25A, Ka = 100V; Ia = 0,1mA; Us_1 = —1V; Us_2 = 100V; S = 0,2mA/V; Rw = 1500 KΩ. Lampę tę można zastosować między innymi, jako detektor anodowy.

Tomaszewski T. Łódź.

Do uruchomienia 6-cio woltowego wibratora ze źródła 2 woltowego należy zmienić grubość drutu, z jakiego wykonane będzie nowe uzwojenie na taką, aby wielkość płynącego przez nie prądu była taka, jak w warunkach poprzednich.

Rudyk Aleksander. Międzychód, 17 stycznia 74.

Oscylograf z Nr. 1—2/47 r. może być zbudowany na lampach RV12P2000, jednak ze zmianą typu lamp wiąże się konieczność jednoczesnej zmiany niektórych elementów układu dla uniknięcia zniekształceń, a następnie całkowitego wyrównania obwodów (w sposób eksperymentalny).

Łoci Tadeusz. Włochy k/W-wy.

W odbiorniku „Mende 138W" może być zastosowany wymieniony przez P. komplet lamp (lampy oryginalne: E445, E452, E442, B443, 506). Zbudowany oscylator radzimy porównać z układem, podanym w Nr. 1 mies. „Ra" z 46 r. Przede wszystkim należy sprawdzić działanie członu niskiej częstotliwości.

Nomogram Nr 24

Wyznaczenie mocy urządzeń dźwiękowych

Określenie mocy wzmacniaczy i głośników potrzebnych dla udźwiękowienia pomieszczeń jest zależne głównie od następujących czynników: objętości sali, tłumienia dźwięku oraz poziomu hałasu w niej, wreszcie od rodzaju transmisji. Tylko objętość sali jest tu wartością ścisłą, choć kształt jej też odgrywa rolę i musi być uwzględniony przy planowaniu rozmieszczenia głośników. Tłumienie dźwięku zależy od stopnia pochłaniania przez materiał ścian, twardy albo absorbujący, kotary itp. oraz i przede wszystkim przez publiczność, co jest oczywiście czynnikiem zmiennym. Poziom hałasu gra dużą rolę, głos pożyteczny musi być co najmniej o 10 fonów (decybeli przy 1000 c/s) silniejszy od niego, aby uzyskać dostateczną zrozumiałość. Rodzaj transmisji ma również duże znaczenie: mowa wygłaszana do skupionej sali wymaga stosunkowo b. małej mocy. Natomiast dostateczne wypełnienie tej samej sali muzyką taneczną podczas balu wymagać będzie mocy wielokrotnie większej. Również rodzaj głośników ma swój wpływ: głośniki tubowe, kierunkowe są bardziej ekonomiczne. Ponieważ udźwiękowiając salę przewiduje się różne ewentualności więc i moc obiera się ze znacznym zapasem. W obliczeniu mocy akustycznej nie chodzi więc o dokładność, a raczej o rząd wielkości i do niej dobiera się wzmacniacze, wyrabiane zresztą w pewnych standartowych wielkościach.

Przykładem użycia nomogramu niech będzie sala o pojemności 2700 m³. Jeśli ma ona służyć jako sala taneczna (poziom dźwięku 88 fonów) — prowadzimy linię poziomą 88 fonów do przecięcia ze skośną prostą objętości sali 2700 m³, a potem prostopadle w dół aż do podziałki poziomej i prosto dalej do kropki, która podaje potrzebną moc a mianowicie 120 watów.

Jeśli ta sama sala ma służyć do wygłoszenia przemówienia (poziom dźwięku 68 fonów), w podobny sposób znajdziemy punkt przecięcia ze skośną linią 2700 m³, po czym schodzimy pionowo w dół do podziałki poziomej. Należy teraz dla mowy cofnąć się w lewo o 2 do 4 podziałek, a potem dopiero zejść dalej w dół do punktów oznaczających moc, która w tym wypadku wyniesie zaledwie 0,6 do 1 wata. Otrzymane cyfry są całkiem realne, choć ich rozpiętość może wydawać się przesadna i dowodzą z jaką rezerwą należy projektować urządzenia dźwiękowe.

KUPON Nr 25

na odpowiedź w »Radio«

Nazwisko ....

Adres ....

....

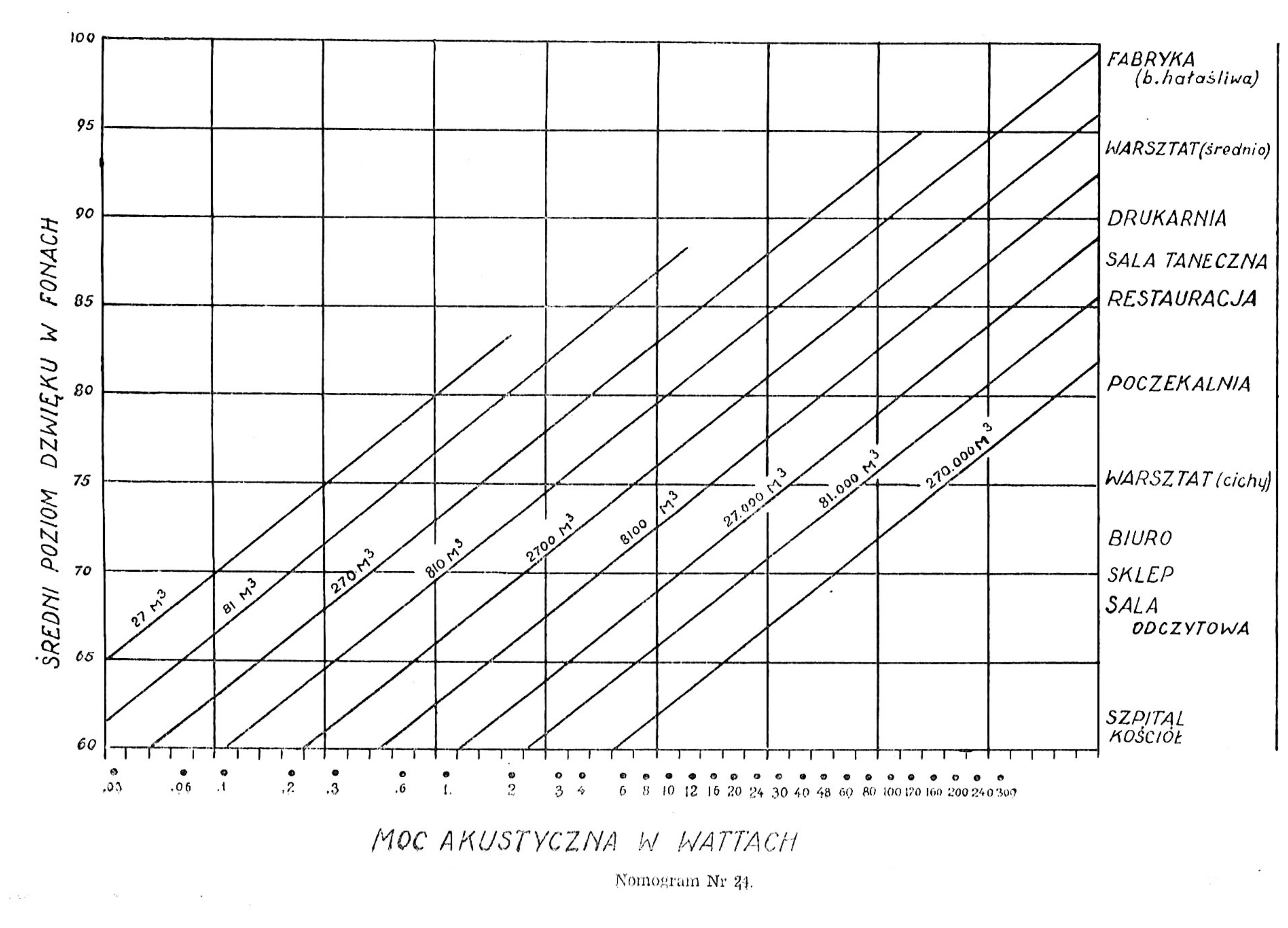
Redaguje Komitet **Wydawca: Biuro wydawnictw P. R.**

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, Noakowskiego 20.

Warunki prenumeraty: Półrocznie wraz z przesyłką pocztową zł 360. Prenumeratę należy wpłacać na konto czekowe w PKO Nr I-330 „Radio i Świat". Na odwrocie blankietu nadawczego należy zaznaczyć: prenumerata miesięcznika „Radio". Cena pojedynczego egzemplarza zł 100.—.

Ceny ogłoszeń: na okładce 1 kol. — 8.000 zł, ½ kol. — 5.000 zł, ¼ kol. — 3.000 zł, ⅛ kol. — 2.000 zł, w tekście zł 50 za 1 mm szer. 1 szpalty.

Drukarnia Spółdz. Wyd. „Wydawnictwo Ludowe" Warszawa Skolimowska 5 B-73924



Nomogram Nr 24.

Drukarnia Spółdz. Wyd. „Wydawnictwo Ludowe" Warszawa Skolimowska 5